

漢 譯
科學大綱

OUTLINE OF SCIENCE

原 編 著 者

英 國 湯 姆 生 教 授

(Prof. J. H. THOMSON)

III

上海商務印書館印行

漢 譯 科學大綱

OUTLINE OF SCIENCE

原 編 著 者

英 國 湯 姆 生 教 授

(Prof. J. A. THOMSON)

譯 述 者

王 朱 任 竺 秉 胡 胡 胡 段 俞 唐 徐 陸 陳 張 孫 過 楊 楊 熊 錢
 經 鴻 可 先 明 剛 育 鳳 章 志 巨 洪 探 肇 正 崇
 璣 農 雋 楨 志 驪 復 復 華 賓 鉞 曼 韋 楨 伯 芬 先 銓 爓 理 澍
學美頓美大美地美理美大美學美學美大美校美學美學美學美學美化學美科美程美大美學美大美
 化國大國學國理國學國國國國國國國國國國國國國國國國國國國國國國國國國國國國國國國國國國
 學理學喬理哥科哈士康植加學哈學哈化加生本學哈實意學芝物哥蟲與工彭士康哈康電麻理意學意
 學海碩治化倫博佛哲南物利博佛佛佛學利科生學士大碩福博文士大學諾士哥碩比碩奧州士州士大
 士大士華碩比士大學爾學尼士大士大碩福博文士大學諾士哥碩比碩奧州士州士大
 盛士亞 學博大學士亞 士亞 醫 士大 大士亞士州 學士大學大士工 大
 碩機
 碩械
 士工

編 輯 者 王 岫 廬

上 海 商 務 印 書 館 印 行

Prof. Thomson's Outline of Science

Vol. III

(Translated into Chinese)

Commercial Press, Limited

All rights reserved

中華民國十二年十月初版

編 譯 者

(以姓名筆畫多少為序)

錢熊楊楊過孫張陳陸徐唐俞段胡胡胡乘竺任朱王王
崇正肇 探洪巨 志韋 鳳育剛明先 可鴻經 軸
樹理嫌銓先芬伯楨韋曼鉞賓華復復驢志楨雋農璣慮

此書有著作權翻印必究

漢譯 科學大綱第三冊

(全四冊定價大洋貳拾元)

(外埠酌加運費匯費)

發行者 商務印書館

印刷所 上海北河南路北首寶山路 商務印書館

總發行所 上海棋盤街中市 商務印書館

分售處 商務印書館分館

北京 天津 保定 奉天 吉林 龍江
濟南 太原 開封 鄭州 西安 南京
杭州 蕪湖 安慶 蕪湖 南昌 漢口
長沙 常德 衡州 成都 重慶 瀘縣
福州 廣州 潮州 梧州 雲南
貴陽 張家口 新加坡

目次

第十六篇 靈學

一四〇

明定宗旨——靈之研究——研究之最先成效——論援引例證——幻覺現形——死者之現形——圓光——精神測量法——成物——精神攝影——直接的書寫語言——看水術——神游——傳物——靈魂不滅之證據——較為簡單的方法——結論——書目舉要

第十七篇 自然史之四——植物

一五九

植物生活之奇蹟——動物特植物為生——微小植物之重要——植物生活之差異——植物共同之性質——有花植物重要之各部分——綠葉之工作室——綠色植物之所為——日光之獲得——食物之用途——菌類之營養——地衣為複生植物——有花之生物寄生與死體寄生植物——金雀草之故事——菌根菌——食蟲植物——瓶子草——捕蠅草——植物與動物相同之點——植物之方術——根之功用——植物之感應性——卷鬚——光與其他影響——含羞草——植物睡眠乎？——植物之自衛——植物生殖之方法——花之意義——種子之秘密——花何故具有美色——風之傳粉——異花交配之意義——種子之重要——植物之旅行——營養體繁殖——下等植物之生殖——葉之脫落——參考書

第十八篇 生物之相互關係

一三九

自然之平衡——營養之相互關係——生存之相互關係——貓與紫雲英——紅和蘭翹搖之例——種子之分佈——

蟻與種子——淡水貝類及柳鱗——生物之互助——同棲——共生——地衣之共生——石南植物之共生——人
 與生命之綱——鳥之重要——相互關係之衆多——鷗產生地之故事——寄生生物之特殊性習——寄生生物之適應
 ——寄生生物之奇異生命史——珠與寄生生物——相互關係之理論方面——參考書

第十九篇 生物學……………一——三五

生命之性質——生殖——復發——無管腺——生物與非生物——心靈能否自非生物發生？——生命起源論——
 原生質與身體之構造——生命之單位——血細胞——腦細胞——身體爲一大細胞國——生殖——有母無父——
 復發——產生新頭——奇異之試驗——棄尾救生——老死——休息時代——有趣之試驗——無管腺——參考
 書

第二十篇 生物之特性……………一——八

生物之全體觀察——有系統的紛繁個性——種類繁多——生命之衆多與奮鬪

第二十一篇 化學之奇蹟……………一——三六

化學原質之樁蒲戲——物質之狀態——混合物與化合物——分子與原子——化學之變化——不可見者之證明——
 氣體之液化——原質之互變——生物之化學——炭之特殊能力——生命現象之節制——物質之循環——氫之
 循環——接觸劑——酵素——結晶體——鑽石——膠體——稀少原質及其應用——氫之歷史——參考書

第二十二篇 化學家之創造事業……………一——至二七

物質不滅——原質之性不變——人造生機物——勝過自然——煤膏染料——人造之香精——人造橡皮——製糖

——化學幻術——木材質之變化——摺氮——鉀鹽之供給——化廢物爲富源——結論——參考書

第二十二篇 氣象學…………… ———— 四二一

天氣變更之原因——空氣中之上下二層——上層空氣之測候——氣球行蹤之測定——驚人之新發明——適於生物生存之地帶極爲有限——氣壓與溫度——空氣中擾亂之影響——信風——印度之季風——氣象記錄方法——氣象測候機關之組織——記錄之儀器——利用照相術以記錄氣壓——司梯文孫百葉箱——風之記錄法——雨量之記錄法——日光之記錄法——旋風之暴動——旋風與反旋風——旋風與反旋風之成造——英國西部海濱之多雨——雲——雷雨與冰雹——霧之成因——雲霞之顏色——極光——定期的氣候變遷——關於天氣之歌謠——參考書

第二十四篇 海洋學…………… ———— 三二八

海之成因——海水何以帶鹹味耶？——海之深處——海之溫度——海之壓力——海之流動——海水之循環——海中之暴風——海底——深海沉澱物——海中生物——海中之細菌——海之顏色——海中之冰——海之功用——海之末日——海中之居民——大海動物——海鳥——大海之魚——深淵動物——海濱動物——參考書

第二十五篇 近來之進步…………… ———— 一八

近年之進步——無線電報所根據之理論——傳遞之原理——無線電波之受法——言長——變動——調協——無線電話——參考書

第二十六篇 飛行…………… ———— 三〇

三大飛行——空氣航程中之氣候——霧中之登地——無線電與民事飛行——空中尋路——飛機如何飛行——駕駛者之所爲——遊戲——空中之戰——人與機——飛艇——飛艇之將來——飛艇之造法——飛行之安全——飛行之將來——參考書

第十篇 靈學 (洛奇爵士 Sir Oliver Lodge 著)

國立東南大學心理學系主任
美國芝加哥大學哲學博士 陸志韋譯

讀此文者不得不生三種疑問。

第一，科學方法之疑問。洛奇爵士以物理名家，其研究靈學之方法，果亦如其治物理之嚴謹乎？洛氏以喪子而大變其態度，其侈談靈學，果未嘗感情用事乎？第二，本文所引事實之疑問。圓光現形等事，洛氏類皆得之傳聞，其果足以當科學方法之一考較乎？其亦爲研究靈學之人所同信者乎？然本文內容猶非國內設壇斂貨，假託鬼仙者所可同日語也。

第三，靈學本身之疑問。心理學家能平心論事，且於精神研究之學造就不亞於洛奇，而亦似洛氏之是非無抉擇者，有幾人乎？
譯者識

遠溯人類進化之來源，其始有機之物漸漸出自無機，利用複雜之化合物以形成生命而兼以營養之。次則生物循生存之階級而漸漸興起，至某時期而心與意

識之雛形始現。此後不知何時竟發現選擇之能力與善惡之分辨。此則已爲人類之特性，最爲顯然。既成人類，猶復階進不已，至於花開實落，美術於是創造，科學於是發明，而才藝出焉。

然而進步猶不止乎此。前此吾人之知有生命與心，僅知其能利用物質之性而已。或將疑二者既爲靈物，未始不更能利用以太之性。以太之爲物，充塞乎空間而不可執持。苟能利用，則其能傳達爲媒介，必較尋常物質之各相更爲完美，更無遮礙，或亦更能持久。蓋物之爲媒介，誠不能如以太之不能消磨，不能朽壞，其力亦不能消散而耗失。此則塊然物質之爲物質分子所組成者，勢有所不能免。然而化學家與自然哲學家原不過爲此物質論定品性，而多方引人入勝耳。但今者物理學家與生物學家之分析物質，已得到一佳勝之境，前程杳無涯限。實在之科學知識，自不以現象之超乎尋常而有所禁忌。或者新闢一途，別有創見，亦科學所許也。然世上果有脫離肉體之智慧，以利用以太乎？欲解此謎，須待將來。所無可疑者，生命與心必有所憑依以表現，始能在塵世間發展。廣義言之，是卽爲其「質料」。而心與物質之間，必相互爲用，則更無可疑。

明定宗旨

知識之兩大支曰，心之研究與物之研究，每常分別討論。而考較事實者復各異其人，曰，心理學家與物理家。心物二者顯然爲不同之事，何以能有關係，能互相爲用，此永久之謎也。然此顯然分離者勢必併合，此其時矣。

心物互用之事，尋常知之過諗，欲鑒別而抉出之，以使特殊問題嶄然呈露，反須致力焉。哲學家能明知其困難，哲學之系統大概爲欲解決宇宙全體之祕密而爲規定其原理。然而狹義之科學未嘗欲爲此統一之舉。物質科學大致討論物質，有時不得已而言心，則假定心之活動必與物質相聯，或與相關，或僅爲其所發展。反而言之，心理學之爲科學也，目的不外乎討論一切心之作用，以及其局部自相關係之情形，而又詳述其若何利用身體上種種器官以接受而傳遞印象。至於一方面機械的波動，一方面感覺情緒，何以能互相變通，心理學初不欲解說；雖欲解說，亦未見成功。

然而世有一種事實，言者鑿鑿，近漸爲人所注意。就其表面觀之，似見靈之存在可與物質分離，雖其表現完全限於物質之機關，而其活動則否。心物二者要非不可脫離關係。以太之媒介或可代替物質。是則超乎吾人現有官覺之外矣。

所舉事例真相爲何，人或不能無疑。果其代表實在之事，則其可恃與否，近理與

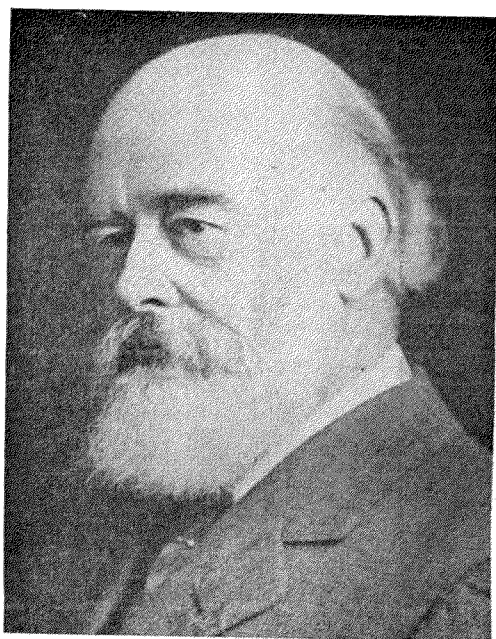
否，勢必有所考據。所謂心能獨立而活動，是否言之有故，必有定讞。廣義言之，此卽欲對於心之活動，在諗知熟睹之範圍以外，再演出一種學理也。惟然而研究者始望能判斷現在所有事實，果否證明心之存在能脫離暫時肉體之機械，獨立而永故可概論曰，欲斷定心物相聯之真相以及其所以相聯之理由，乃是靈學之目的。存。其理由或非普通所公認，探求入於奇異之境，不計也。

一

靈之研究

今所宜考較之事實，自皇古以來已在在爲各民族所習知。然初未嘗有一二人以上共同以嚴謹之態度對待之，無成見，無迷信，而審慎莊重，協力以考較之；有之，亦不過十九世紀中葉以來事耳。

前此事實之觀察與徵集已大有成效。至一八八二年，倫敦始立一新會以爲特殊研究。欲步武物質科學駭人之進步，故竭力摹擬其手續。是會之產生（靈學會 The Society for Psychic Research 簡稱 S. P. R.）靈學可謂已入於較爲穩妥之前程。會中已刊行記錄三十一冊，雜誌二十冊。長是會者，爲其名譽會員者，大有知名之



士千八百九十三年之會長鮑爾福爵士 (Sir A. J. Balfour) 曾於例會演說之末隱謂會中已顯明「上天下地大有科學的哲學所不能夢想之事，蓋非玄談臆說，而為可以斷定之事實。」其意洵非誣也。

靈學會會長洛奇爵士 (一九〇一，

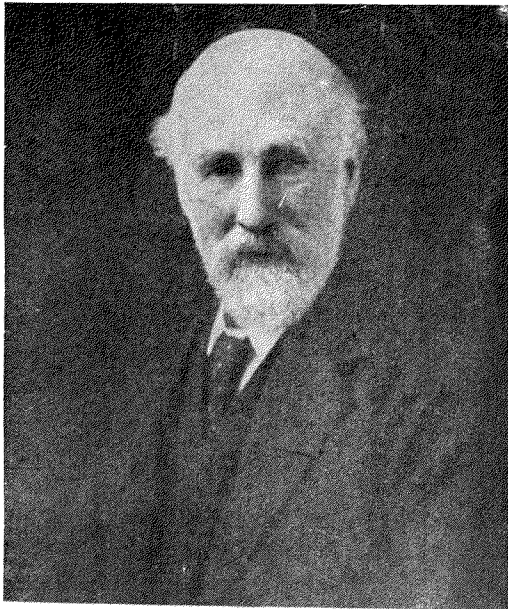
〇二，〇三)



靈學會會長鮑爾福爵士 (一八九三)

與其臚列前輩之姓氏，追溯其彈精竭力以求達真理之歷史，而擴占篇幅，不如用以陳述主要的現象，較為有益。此種現象須經考較，以證其為妄談，或為事實。然意見之分歧既非無理，吾人最好不

事武斷，更不思維持一種主張以左右人；祇須將現象概述。因此則為大多數人所習知，雖鄉談故事未始不蘊至理，且須儘量指述種種方術，庶幾奇特之事可以理解而悟會。吾人所恃以進行者，依屢試屢驗之期望，

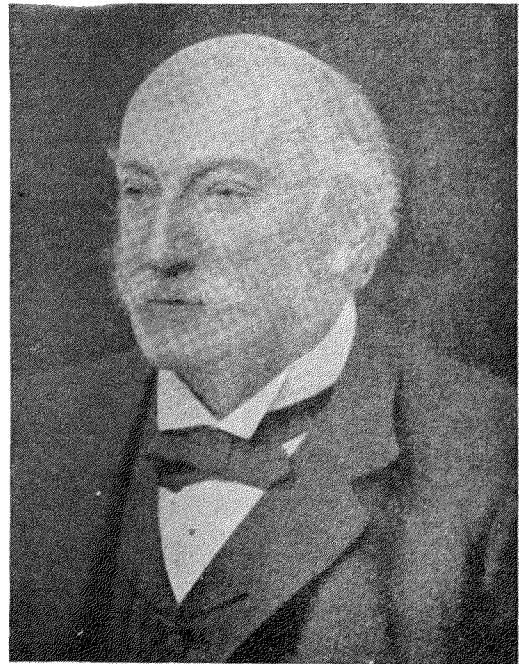


巴勒脫爵士(Sir William Barrett)

靈學會創始者之一人，曾觀察種種事實證明

神覺。

宇宙間任何事物，甚至於顯然怪誕之象，知之既審，未有不能了解者。惟昏昧時有神祕，而迷信乃所以蒙塞幽冥之區，初不入於文明開闢之境。然欲處理此種現象，尤為事實，已非致力



勞來爵士 (Lord Rayleigh)

大數理哲學家，一九一九年靈學會會長。

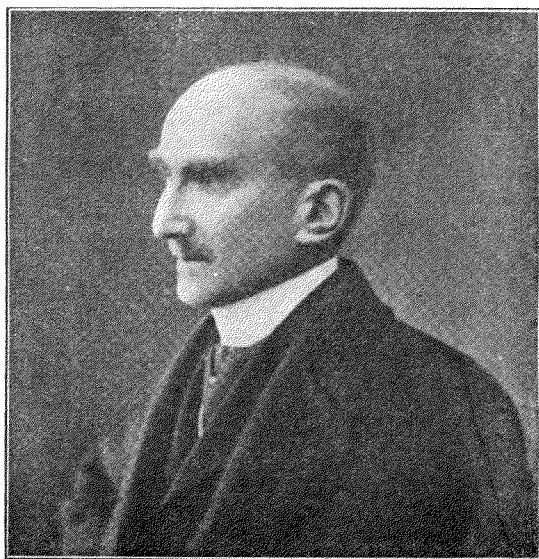
不可。蓋不得其關鍵以連合瑣事，欲使人領悟實難。况乎其不能符合科學之條件也。系統既明，秩序既當，向之被遺棄而不屬於有條理之知識之主體者，今乃得同化而歸併焉。

二

研究之最先成效

靈學會之工作（實爲創始立會者之工作），首先見效於神覺（“Telepathy”遠感）

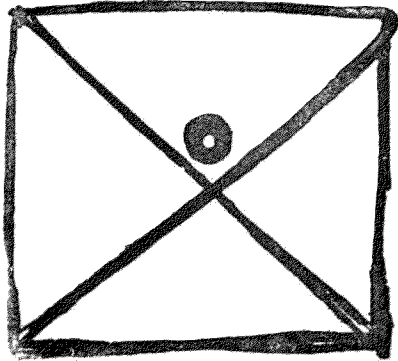
之發明。心與心間有思想之傳遞，顯可不用吾人所識之官覺。據精密之試驗，雖尋常達意之道盡行隔斷，一個觀念，一個視覺之像，或其他熟悉之意念，仍可傳之他人，僅須其人有接受之能力耳。其始此種試驗每二人在同一室內舉行。所用者瑣屑而可以攜帶之物件，以及圖形數目之類。防弊之法綦嚴；完全掩目之不足，則以不透明之簾幕隔之。是則尋常得知圖形數目之法皆已除棄。此種試驗，靈學會記錄之前數冊中類能見之。



柏格森教授 (Prof. Bergson)
法蘭西著名哲學家一九一三年靈學會會長。

神覺

介紹者心存一種對象，或以筆畫之而沉思焉。其又一人則為相驗者，心中擯絕一切雜念。移時，即心中所來印象，陳述或描寫。



介紹者原有之畫

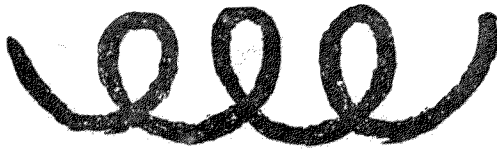
相驗者以巾蔽目而作此畫

介紹者原有之畫

相驗者之造意

此次試驗與下述各種試驗皆葛利思君(Mr. Guthrie)在利物浦舉行。同事者為斐夏爾君(Mr. Brichall) 諸人，皆與相驗者素不相識。

是圖為作者在加林西亞(Carinthra)時所得成績之一種，相驗者為一奧國婦人。



介紹者原有之畫



相驗者之造意

此次相驗者自謂能見無數環形，游移不能注視。

後來試驗與相彷彿而略有改變，則推廣至長距離。在「意氣相投」之人，所傳消息為量仍遠超乎隨機所得。證

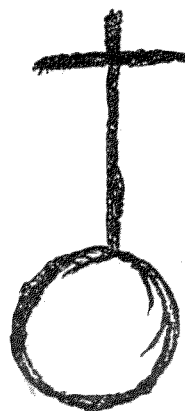
然於此開其離而獨立，儼所用方法，分或可從日常明心之傳達，勞。蓋人欲顯可償試驗之為首要之事，實此種能力，實然能證明有或令人生厭。據龐羅述之

基業。聲音也，手也，耳也，目也，從此不能霸有心象之傳受矣。

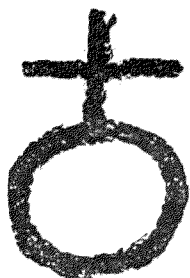
靈學會記錄

之前數冊內，有同室傳遞思想之試驗數組。茲可為重印其少數圖形如下。是皆為主事「介紹者」所見，而「相驗者」(神覺者)同時蒙目在簾外畫之。

所選皆其特有成效者。惟為考較證據起見，不可不研究全組而棄除機遇之成功。近來此項試驗之最饒興味者，或當推冒來教授 (Prof. Gilbert Murray) 在其家中所舉行之事。所傳遞者，不為圖形，亦不為任何客觀可見之物，而為在場者一人所



相驗者之造意



介紹者原有之畫



介紹者原有之畫



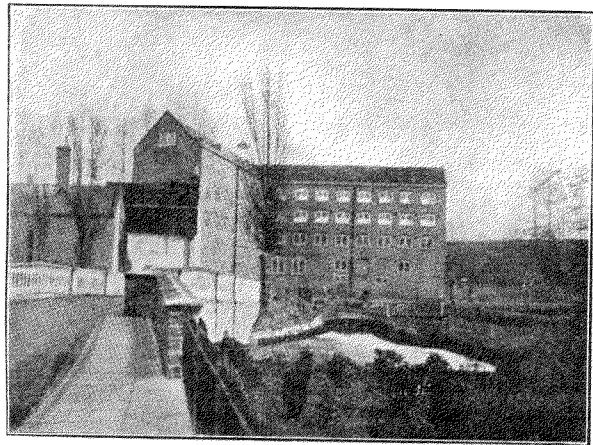
相驗者之造意

相驗者幾能立時答覆，謂“君之意思在海底，有介殼及魚類在焉。”
復曰，是一蝸牛，或是一魚。乃作此畫。

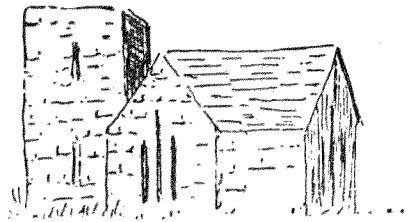
隔離之試驗

靈學會中有二女子，自知常能以神覺相默感：為欲試驗距離之能否隔斷神覺，乃於數百里之遙，每日擇一時刻，各詳述所見；將記錄寄至會中事務所，以資比較。有意注視之景象不易傳達，而其四周接近之景象反常能傳達。

此圖與下頁之圖不過在多數記錄中舉一例耳。



上圖為梅爾斯女士 (Miss Miles) 所攝，乃一維爾脫縣 (Wiltshire) 瑪美斯博利地方 (Malmesbury) 之絲廠。相驗者拉姆司登女士 (Miss Ramsden)，生平未至是地。作圖時身在蘇格蘭。且謂據其意想，梅女士之環境必如下述：“有一瀑布，狀似人工所造成。廣而平，高不過二三尺。或為廠中瀉出之水。我又見一房屋，其為農家乎？旁有一白樹。又見土阜似山而卑。園林是新植者。”因畫下圖。



拉姆司登女士遠在蘇格蘭，此圖為其所畫。且謂“圖中似少一物，原形必較此為雄大”。

默想之行事或風景。例如下列有成效者數則，採自靈學會記錄第二九卷。
介紹者默想：

「愛力斯脫與麥克唐諾特在利物浦街之月台上疾走，欲上一將離之火車。」
移時，相驗者朗誦曰：

「與火車站有關。似有一羣人在一大車站中。二幼童隨着衆人疾走。我意是

巴西爾。」

試再舉一例。

介紹者所思之事：

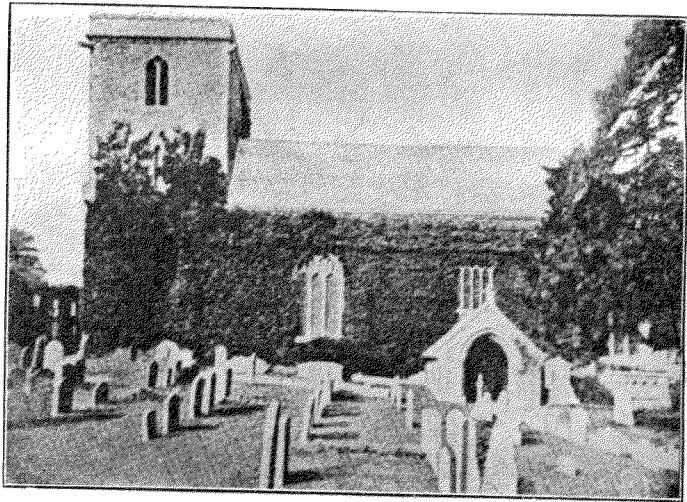
「到沙伐拿利拉，比國之之男爵與吾人同自車中出，步行過沙路，見次車來。」相驗者之言：

「有人自車中出，有所尋求。或是望次車來。我意是處爲一燥熱之地。我又隱然見其塗蠟之短鬚，似他國人也。此外非我所知。」

茲又舉一冒險之試驗，其成效大有可觀，直似戲劇。

介紹者所定之事：

「西德靈堡 (Strindberg) 所著小說中之一景。一男子與一婦人在一燈塔內。」



亨博利教堂 (Henbury Church)
此影爲梅爾斯女士在南方所攝，以誌鴻爪留泥而已。

男子仆於地上。婦人俯而視之，冀其已死。」
相驗者忖度：

「可怖之氣象，充乎怨恨忼惶。是書中事，非實事。是我未曾讀過之書。非俄文，非意文，然爲外國文。我不能知。有一圓塔，一婦人一男子在圓塔內。非梅脫靈克之文，不類。我意其爲西德靈堡。婦人俯視男子，似甚怨之，冀其已死。」

如試驗之設施果無情弊，則吾人勢必設想一人之腦所以能影響他人之腦，或因有以太波浪之關係。此則徒爲假設之事，是非要未可知，否則此種現象純屬於靈；印象之傳達直接自心至心，不必有物質之接聯而自腦至腦。否則又有第三種假設，謂其間有第三者之智慧；雖非通常所承認，而實在從中發展。自甲介紹者之心傳遞消息至乙相驗者之心。是則甲乙之間原不直接相連，而不能目睹不可捉摸之丙從中調節焉。

爲第三種解說，似覺荒誕不經。依據上文所舉例子，此說尤非不可少。然觀念之傳遞要難以純粹屬靈的手續爲之解說。縱欲了了加以說明，已非易事。故此外凡人所擬假說莫不宜測驗試用，以見其果能行否。郵遞之法祇須可能，至少可以使

人之信仰完全無稽之一腦浪一也，不致輕易而過篤。夫假設之可行與否必待測驗。是為科學中常有之事。苟非執持過堅，以致圓鑿方柄，假說何害？識者謂有一種神祕之方法，不用語言而能互傳消息，遠自吾祖為動物，為野人時遺傳而來；惟現在為文化所蒙蔽，以失用而抑制耳。

三

論援引例證

事之得自傳說者，本文亦為逐條或綜合舉例。以為說明則可，以為實事之證據則不可。欲舉實證，首須供出時間空間之詳情，而又參以旁證。凡有關係之文書案件，力所能致者，無一不須挾引之。為事繁而艱，勢必訪問證人，考據實地，尋求親筆之文件。總之，凡取得詳情雖為必不可少之事，而又有啓迪之功，然其搜集也難，其登記也繁而雜。欲記載此種證據，祇得求之於科學團體之記錄雜誌中，或其他嚴重刊物中。或將嫌其艱澀不堪卒讀，是則凡學術團體之記錄之通病也。蓋其目的不求易曉，而在整確可恃。是故下文隨處引證，雖實有文件可援，亦祇可視為一面之宣言，至多不過有說明代表之用。證實之，或其批評而破壞之，猶有所待也。

幻覺現形

神覺既以試驗，而大體證明；尙有自生自滅者一類，前人早已疑其存在。歷史上，小說中，無數軼事，自此開端。今亦已考較而登之簿籍。自生自滅之神覺，猶是自生自滅之輻射作用，乃與 x 光線之以試驗招致者相對較。許多現形，幻覺，遊魂，（爲生人，爲死人，尤爲感情亢張，臨難遭險，瀕於死亡之人，）或皆委之此第二種神覺。此與上論試驗所得者皆爲思想之傳遞，而實大有分別。試驗時，介紹者之注意與意志力注射於某種成績之實現，（惟有意用力，能否有效，尙無實據。）至於自生自滅之類，祇可謂無意識之心從中施展。印象之傳遞初非有意爲之。雖有所謂介紹者，原未嘗自知有此事也。譬如吾人暫時假設一介紹者，航海失事，或遇火災。其心潮洶湧，以致向所隱藏之傳遞神覺之力此時突然發展，流入遠方戚友之心，變一印像。其活現也，能使遇險者之情景呈現於友人之想像中，若真以目官耳官輸送者然。凡能「見」一衣服淋水遊魂，或隱然能「聽」其困苦之聲音者，卽可以相驗者稱之。肉身之耳目未嘗使用，所用者心。然心之印像有時竟可視爲客觀的實在。甚至以爲遠道之人近在咫尺。故竟誤認爲感覺官體分所能及之事。

試舉一例焉，有一兵士中流彈而死。時又一軍官坐帳中，頓見其形而聞其聲。呼而與之語，驚其長途往返何以若是其速。所見之形漫應而出，其服裝了然可辨也。黃昏時，軍官始知其素所諗識之少年人曾未達目的而遇險死矣。大約卽其現形時也。此事一九一九年六月靈學會雜誌中記之尤詳。惟此類事多不勝數，傳記中時見之。

說部中謂衣拉 (Jane Eyre) 能在不可能之距離外聽得饒屈斯脫 (Rochester) 之聲音。此斷不能歸功於聽覺之銳利。假使實有其事，祇能歸之神覺之相聯耳。而此又可謂之心心相印，據言非一方面之經驗，二人可互通也。加斯葛夫人 (Mrs. Gaskell) 聞白浪德女士 (Charlotte Brontë) 言，書中所述蓋實有其事。(註一)

(註一)見言行錄四四五

人家譜牒中鮮有不載此等故事者。夫游魂真能如物質之現形，已屬難信。况又加以淋水之衣服，隨從之馬，以及其他怪象。此必難視爲客觀的實在。然試思一切印像皆由心造。相驗者於駭怪之餘，雖不自知有承受之能力，實則固有緣能承受純粹精神的刺戟。游魂之外，又能構出種種附麗之形象，以爲此皆爲刺戟所應有，且皆爲所引起也。知乎此，而難信之理由非消除，亦削弱矣。

此類事實爲數過多，大非機遇二字所能解釋。前人以謹慎而敏銳之手段博採旁搜，已能將此語證實。世之平心尋求真理者最好先認有此種明顯之事實，然後再思神覺之說苟不當於事理，我能否創一較勝於此之解釋。蓋泛論神覺，雖或爲可通之解釋，要亦非在在可通。吾人之目的，非欲某事自表面觀之或然可通，卽已知足而不前。乃欲考據實在也。

生人之游魂可以一事爲例。某婦人有一子在太平洋上爲水手。一日忽夢（或是現形）其屹立牀前，衣服淋水。意謂此噩耗也，爰爲之服喪。六月後，其人無病而返。詢之，漸自承冒沉溺之險；曾自檣上墮水，幾不及救。據謂遇險之日期去游魂之現形不遠。

色文夫人 (Mrs. Arthur Severn) 夢一物猛觸其口部而醒。同時，其夫在早餐前駛行康尼斯登湖 (Lake Coniston) 上，舵柄轉，擊其口部。此亦神覺之不由自主而無意識者。事實可信。

四

死者之現形

茲復有最後之一步。生人之游魂可以體驗，固矣。死者之游魂亦有明確之傳記可稽。二者蓋不易確分界限，死之時刻不易定，而印像之傳遞又難保其不遲延也。要之死人之能出現，事無可疑。其果否能歸功於神覺之印像，從一脫離肉體之介紹者傳授而來，則爲一疑問。就其大體言之，曉事者或以爲死人傳遞神覺，自是一可許之假設。

此等事跡，欲於史籍中舉一例證，而又爲詩人所傳述者，則爲賽克斯 (Ceyx) 溺死後，現形於其愛妻亞爾宋 (Alcyone)，因知其天祿已終。事載鄂維特 (Ovid) 輪迴 (Metamorphoses) 一書第十一卷，爲文哀而豔，且詳情活現。所可注意者，游魂出現時，賽克斯死已數日。詩人以爲此乃諸神之所特使，不過假死者之聲音容貌以令亞爾宋篤信不疑耳。

然神覺之範圍雖廣，仍不能概括一切。鬼神之出現如必事事以此解釋，立說必甚牽強。况鬼又可有一『定宅』。每聞人言，某第宅，某地方，向稱鬼崇。雖客來之人，不知有此傳說，從未聞是地有鬼作祟者，假使時辰湊合，亦能見鬼之形。

第一，吾人須審知傳說之並無乖謬，而鬼崇確是實事。有時證據雖大有可觀，而以視其他一種游魂，（即可設想爲精神印像之傳遞者，）則精粗立判。故吾人能

不拘執，斯爲上策。鬼之定宅者，又似有客觀的性質。顯然無介紹者發爲衝動以貽此神覺。况據傳說，鬼所能爲，似與純粹精神的印像不相侷合。（然欲證明此種經驗確有客觀之象，則責在談說之人。或疑此等事純爲相驗者之幻夢，自非言之無理。）此處無須舉例說明。鬼神之談，誰不知之。捏造時易不可言，而欲記詳情則難。夫使此種游魂確爲事實，世果有合理之假設以說明之乎？如謂心之於物或能獨立，非常之時即能脫離關係。則能助說明之易於瞭解乎？暫時就其大體論之，此固所能也，其道不出一二。

圓光 (Clairvoyance or Lucidity)

第一即爲圓光。自稱爲有精神媒介之力者，苟謹慎考察之，有時果見其能探取消息。其得之他人之心也，吾人雖不悉其所用何術，猶可強名爲神覺作用。然消息有時竟能自尋常物件得之。例如已緘之信，已封之包裹，彼能窺其內容。不開之書，彼能讀其斷片。此歷來所謂『肚裏仙』(“Reading with the pit of the stomach”)，或天平蓋（丹田）出神，或以手指或以身上他種官體傳神，人每以爲是感覺過敏所致。一若皮膚某部向來不能感受視覺印像者，在特別情景時能之，或謂視覺之銳



霍姆 (Daniel Dunglas Home, 1833-1886)

為近來媒介中之最有力者。

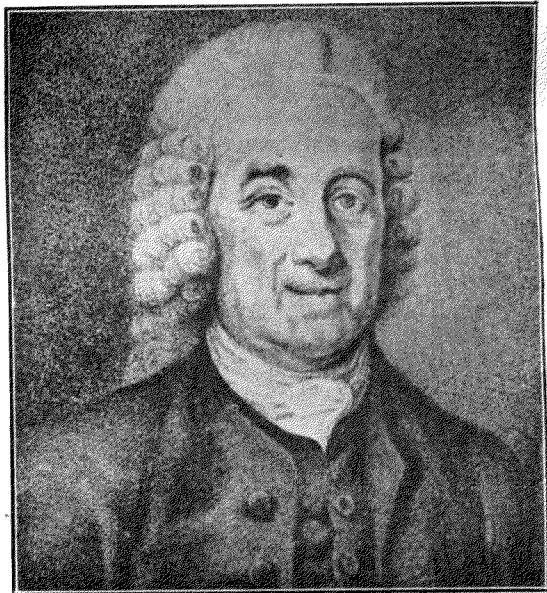
無解說，僅就現象錫以名詞，謂之圓光，而繼續審究事實之為愈也。

瑞典京城 (Stockholm) 有火，瑞典伯氏 (Swedenborg) 在二百英里外見之，自宴



潘卜夫人 (Mrs Piper)

為美國媒介之著名者。詹姆司 (Wm. James) 教授為介紹至英國，供靈學會之研究者垂二十五年。



瑞典伯 (Emmanuel Swedenborg)

自然科學家而抱神祕主義者。

利敏捷，此時有不可思議者。欲下此半物質的詮釋，困難無以復加。暫時反不如一

會席上驚起，忐忑者二小時。及惶恐稍退，則能自慰而慰其朋友，謂火已撲滅；其故居雖頻於危險，而幸免於災。越一二日，所言皆驗。

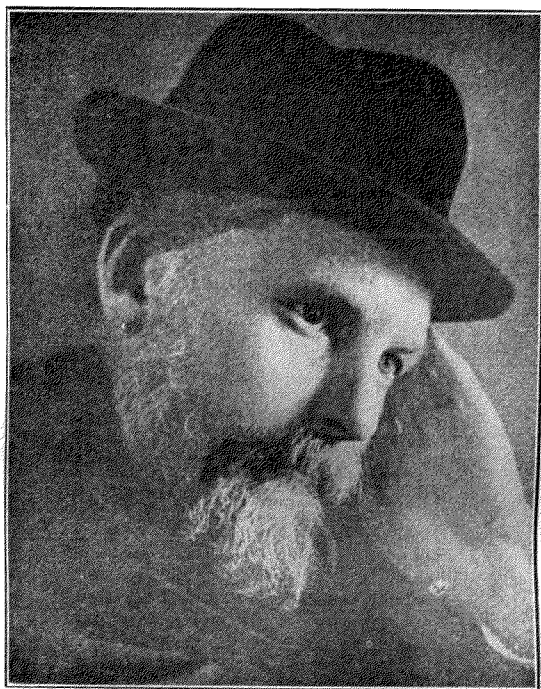
至於隔離而能認識文字之事，有時經文某章某節各能言之無訛。然此或徒恃記憶，至若某少年死於戰場，爲之媒介者斷然謂其家藏舊時學校課本之室中架上第三書第七十七頁之末，有一語足以慰其母親；媒介者生未嘗入彼室，其不能歸功於記憶明矣。事之類此者多，近來所傳受，所宣布之『書籍測驗』中每常見之。（註一）

（註一）例如葛倫康納夫人 (Lady Glenconner) 之 *Earthen Vessel* 一書

圓光之自成現象而不同於任何神覺，頗難核證。如所得知識已存於某人之心中，則神覺爲可能而又最簡單之假設。且如某事某物，過去現在，未嘗入於誰何人之心，則媒介之得之也，似必甚難，或且不可能。反而言之，如包裹之內容前爲死者所已知悉，則消息每易獲得。邊生氏 (E. F. Benson) 小說 (*Up and Down*) 中所構想包裹傳神之事大可舉以爲例。蓋顯然由實在經驗摹擬得來。事或偶然有之，而此僅隱約表示之耳。

已封之包裹等物讀者每患失敗。然此種失敗猶似通常消極的成績，不能證明

任何事理且或因記憶之天然有所罅漏。故遺囑遺稿之記憶，或祇能舉其概要，而不詳其字句。最著之例，有如亡友梅尤斯 (F. W. H. Myers) 在其死前十二年時，曾書一語於信封之陰面以授予，後竟不能記憶所書何事。凡欲證明此種特別經驗者，祇憶概要，似難盡信；其成績不得不視爲完全失敗也。



梅尤斯 (F. W. H. Myers)

靈學界博學有實望之人，一九〇〇年會長。

精神測量法 (Psychometry)

縱使成功，徒能窺測遺書遺物之內容，未必卽見死人之尙存在。此類證據之殘缺，蓋出乎常人意想之外。且媒介每能用所謂精神測量法，亦以窺探包裹之內容。摩弄死人或遠人所遺留之物，而知其來歷。正猶圖書館遠在他方，中有未開之書，而隔離之人能誦讀之。此等事要亦非圓光神力所不能及。實在的事物似確能發爲印象，以傳於某種人。

無論如何，定宅之鬼一時無從解釋。而此處所提之假設或能濟事。據謂一室之中，苟曾有悲劇發生，牆壁用具上留有痕跡，如在片上攝影留聲。待有必要能力者，用精神測量法，重爲此種隱藏的印象發伏起蟄。其活現也，能使其人將前情再行構設；並能詳述此精神劇中有何角色，一若舊人復臨，在夢幻中活動者然。

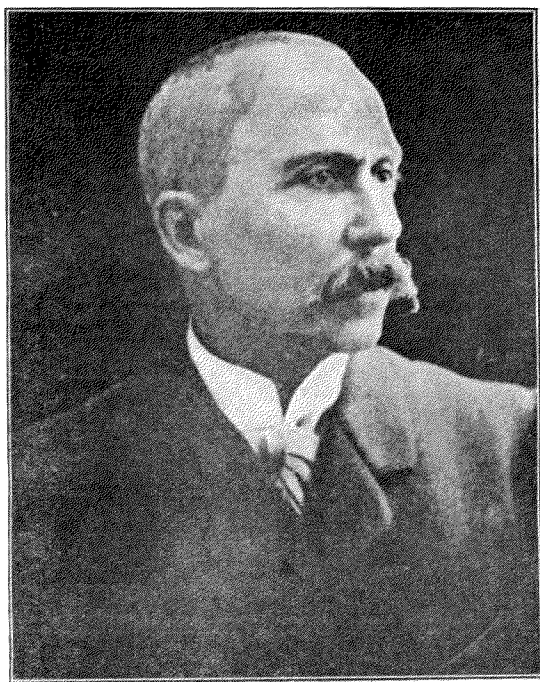
此外惟有設想劇中之死人亦能重圓舊夢，而此夢又以神覺而傳之。凡能接受之人。生人與生人之間，此等事似可發現。此夢寐之經驗，現在人非全不知曉。試於

典籍中舉一例證，則有毛利也 (Ge-orge du Maurier) 所述 Peter Ibetson 非常之故事，可見經驗之活現而又美滿也。

五

成物 (Materializations)

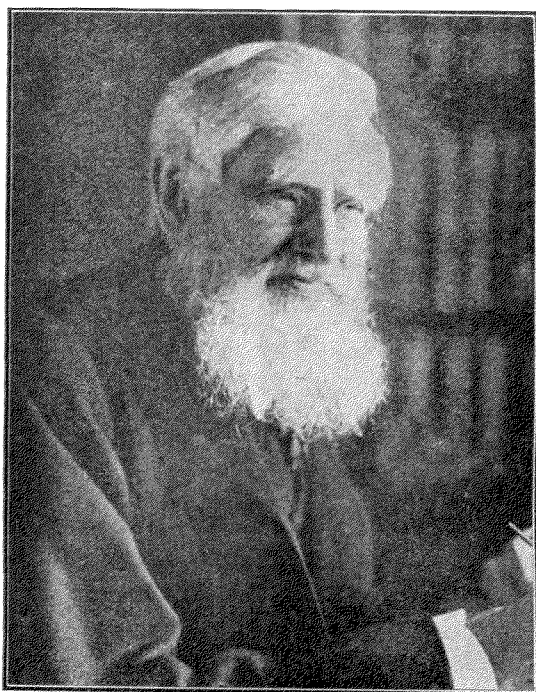
然而解說之駭人者尙不止此。或且傾於主張一種假設：謂非但物能



利錫教授 (Prof. Charles Richet)
巴黎大學生理學教授，一九〇五年靈學會會長。

用心；心之用物，竟可不令肌肉干預，而直接從一所謂物質的媒介攝取一種有機物，集合而顯出實在的容貌。其術名爲「成物」。此物質的現象既極罕有，證據須非常縝密。或則竭力主張，謂在適宜情境之中，此事實有。歐洲大陸之生理學家，亦有無可如何，而承認此等事實確曾發現者。或又謂事須極大能力，故必多人麇集，象乃易致。此種形勢又使嚴謹的研究更難措置。况爲之媒介者雖無須高尙之才，然必須極大毅力。此等人才非隨時可得，不能坐待彼精於研究之術者興之所至，而來一考較此無稽之事也。

所幸前此有力之媒介與精於研究之人已偶然相逢。對此非常之象，至少已有一種記錄嘉惠吾人。卽在今日，能供承暫時成物之爲實情者，亦大有人。有時目覩，有時手觸，有時範之以石膏白蠟，更有時爲之攝影。

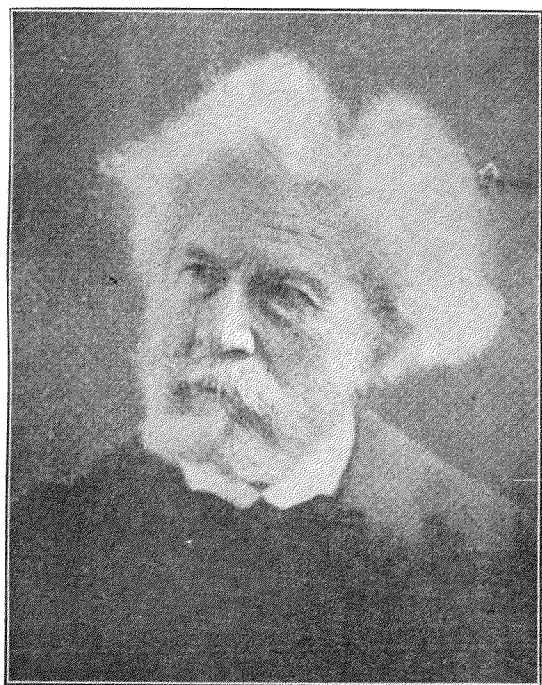


英人沃來斯 (Alfred Russel Wallace)
以自然科學著名，後篤信靈學。

不特此也，據謂此物質（或半物質）之液體又能施展大力，以移動物件，而現所謂「神動」(“Telekinesis”，隔離而動)之象，顯然不待尋常之接觸。

假使成物之能力果能證實，則無論若何解釋，其能應用於說明鬼神之事，要無可疑。眼前或實有可見之事，手頭間或竟有可以執持之物。

然大陸上之觀察者，有於成物神動一方面鑽求最力而最有成效，而猶不願信此鬼神之說，此不可不明言也。此輩研究科學者寧謂媒介自身，在無意識或受催眠時發生此不可思議之能力。乃必設想有一種能力，能將媒介身上所散出之體質（所謂外質 Ectoplasm）重為排列其分子，然後能刺戟他人，而現出人形，或其一部分。又必設想此種能力能在四周對象上施展莫大之功。



佛拉瑪利翁教授(Prof. Flammarion)

法國之有名天文學家，其靈學之著作有四巨冊，最近第一冊已出版。

無論如何，物質的現象今亦爲靈學所應研究。現在最通用之方法則爲精神攝影。據謂媒介中有能影響攝影之作用者，使凡不知名之鰥夫來撮一影，則於本身之外，又隱約見其亡妻之形。父若母喪子者則兼撮其子。此所謂『分外之像』，如果爲一非常作用所產出，則其所以致此者，其爲精神之獨立改變相片，而僅恃攝影器之透光以顯出真形乎？其亦在攝影器之外設有一物，如生人攝影之常例，依光學之理而折射於相片乎？或二者各能實現而不同時乎？縱深信有此等事實者，今亦無從定論。非常之主動者既能玩弄物質以成人面，未始不更能玩弄相片上之化合物也。二說同爲不可能，又何分難易。

直接的書寫話言 (Direct Writing and Speaking)

直接的書寫話言，又爲一奇異之現象，而證據且較爲充足。勢必視爲與成物同爲一類之事，特尙未純熟耳。

世所謂自動的書寫 (automatic writing) 者，仍由一尋常人執筆而書，第非有意爲之耳。此蓋純粹爲心的現象。其書寫也，必須運用肌肉，初無疑問；正猶尋常降神說事，必須運用介紹者之聲音。欲於此等處證明非常之力，祇能考察所傳消息之

內容。然媒介之中，據謂又有非常之人；其臨壇也，手不觸筆而筆自能書寫。有時情境適合，又能聽有人聲發生，不在媒介之喉口嗓子，或其身之四周，亦不發自壇前任何血肉之軀。此種現象名爲『直接的。』蓋非但內容之號召出乎尋常方法之外，而事之成功，其物質方面復無從解釋也。

六

看水術 (Dowsing)

純粹精神與半物質現象之交，又有看水神游 (travelling clairvoyance 游動的圓光) 等等能力。

看水之能力傳說已久。某族姓中能代代相傳。無論其所用何術，其爲有實用則無疑。一若人之遠祖以飲水之有無關係生死，因具有此種能力；而其後人猶有能永保



看水術

司東 (W. Stone) 始不自知有看水之術。其言曰，“我忽覺柱之轉動，爲狀甚詭。”又聞人言，凡有此種感覺，手中之柱必隨即旋轉。我乃執意不使轉動，奇哉，柱竟自彎而自折。

效果，則精於此術者確能在石田之內
 覓得水源。蓋亦圓光之一類，大似人之
 能見失物，或能讀不開之書。

神遊

神遊之真者為狀不一，而輒與身體
 怯弱之情形相為起伏。一若心物之間，



多姆金斯君 (Mr. Tompkins) 在
 南非洲看水

多氏因為維爾脫其 (Wiltshire) 之農夫。曾在
 自家田地上為其所牧牛求得治水三處。後竟以看
 水為職業。

用之者。此與動物有歸巢識
 路之本能同為今人所不能
 了解。看水者手執一小樹枝；
 若地下遇所求之水源或他
 種礦質，則樹枝搏動而旋轉。
 此種印像雖不識何自來，在
 感受者要不失為真實。論其



此圖表示卜筮之柱，用以採取玲貴之
 金類。是類圖畫尚以此為最早。見亞葛立
 可拉之礦學書，一五五七年出版。）

圖之上面有人伐木為柱。圖左者用柱測驗，下面
 兩旁觀者指點得寶之象，兩礦人正在考參所探得之
 金類。

其樞紐已解脫而猶未斷也。

病時神游之例，可舉著名外科教授沃葛斯登爵士 Sir Alexander Ogston, I.I., D. (etc) 所著 Reminiscences of Three

Campaigns 一書中所述南非洲之經驗。當其患傷寒時，其魂能自身體脫離而出；雖時必反其故居，而心實厭惡之。其後游行漸受限制，時則其看護者正望其病之能復原矣。

我游行時，輒有一種奇異之覺。明知屋之四壁依然存在，而不能阻我之視覺。一切事物，入於感官，若皆爲透明

者。例如我明見皇家軍醫隊某外科醫生患病甚篤，狂呼而死。前此我不知有此人，因其在醫院之又一部分也。我又見人掩飾其尸體，棄革屨而昇之出，悄悄然



此圖表示“雅谷之柱”(Jacob's Rod)，見法國古書中，一六九三年巴黎出版。

四圖所示：(a)以柱測驗；(b)已得水源，水自地中躍出；(c)得出密藏；(d)用柱探得一屍體。

若惟恐吾人之知其死。又似在次夜殯之公葬地。後此我據所見述之「姊妹」一（譯註，羅馬教之尼，戰時任看護者。）據謂事實與我之幻想適相符合。而此苦惱人我竟不知其姓氏。

此類經驗，情狀不一。垂死而復原之人，或暈睡初醒之人，每有能述之者。自覺其靈之出，如以一帶繫於物質的身體，又恐帶斷無從回返。（註一）

（註一）參閱 Hill 之 *Man is a Spirit*

第四章

回返有時正大非所願。蓋自由之景象，自足感人，遠勝於尋常與身體相聯，動輒為所束縛箝制也。身體為動物所遺界，雖進化史上具有深意，然而充乎嗜欲，必難逃痛苦疾病。

神游猶是智慧之輻射，出自身體，達於遠境，又能及時攜回消息。此種現象確能示人以心物二者之能分離而獨立。有時例外之情景又能示人以智慧之能依他



此圖見一六九三年法國所刊行之書內，表示卜筮用之柱如何用法。

物爲乘。如已脫離完全的有機物，或亦可依上文所謂外質而生存。

不能親接之人，既能以神之出游而審知其起居狀況矣。乃又有所謂二人交感之事，則不能親接之人同時亦覺有遠客之蒞止，一若游魂之出現。然則二人所感似不全屬主觀，而又不限於個人方面，惟事不多觀耳。（註一）

（註一）Myers's Human Personality 一卷六八二頁舉一例證，乃錄自靈學會記錄七卷四一頁者，

過長不能轉錄。

傳物 (Apports)

然此種共同的圓光或猶是互通神覺之活現者耳。據謂事有全非神覺所能解釋者，則顯有物質之動，能搬移對象而易其位置，或自彼處帶來，或自此處攜去。所謂『傳物』之現象此其一種，因未必皆與圓光有關係也。據謂設壇時，聚衆人於一室，閉其戶而或加扃焉；未經佩帶之物無端若能自他處傳來：例如一活鸚鵡，一塊漢玉，一埃及之珍奇古物等。

此等事言之不經，甚爲明顯。其果曾實現乎？且凡能申說某時某地確有此等事發生者，縱不欲愚弄人，其未嘗爲人所愚弄乎？

然作假未必皆是欺詐。幻術之手藝，作假也，而非欺詐。其所以謀生，在能作假。如其帽中不能變出活兔來，斯乃爲欺詐耳。故寬以責人者，寧謂媒介之下意識喜功過甚，不惜作假，初非有意欺詐也。

夫告發人之故意欺詐，非細事也。勢必有充實之證據。有時得之毫不費力，而其效果當乎事理。更有時形似之證據實不足以服人。對此猶對其他一切不易明白之問題，論者不可不慎也。作僞與欺詐顯，然皆爲可能之事。現象雖不見有何弊竇，在理或不能免。所應研究者，此種原因如已概行杜絕，事實尙蘊有若干真理否？如以商業言，素負時譽之人，我苟疑而毀之，執迷不變，終必自損我之營業。惟疑信以何處爲轉機，人之意見殊不一致耳。

或謂人之以媒介爲職業者，每臨壇得銀半磅有奇，勢必有作僞之目的。然而非職業之媒介，雖無貨財之誘惑，未必卽無作僞之目的也。金錢之外，世尙有他物。惟其誘惑較爲隱密而不爲人所共認，故易能免於猜疑。世若有士大夫寧犧牲名譽，不顧義理，習以造作讐言；其欺人也不知將伊于何底，上智者或且不能逃其詐術。然欺人者無論若何狡獪，欲使靈學會中富於經驗而拙於感情之研究員篤信無疑，鮮有能者。或且謂靈學會之疑人，未免矯枉過正。以現在社會之無常識，而黨同

作弊者又百端設陷阱以害人，猜疑實爲最安全之態度，或爲唯一安全之態度。然而猜疑冷酷之空氣雖爲善宜之策，亦將使真實之現象難於發生。欲爲合理之研究，機會亦因而減少。此不可不承認也。世上無事發生，無事可以考較。徒事壓制現象，黠則黠矣，而觀察之機會必無從擴大；作用不明，雖欲改造學說，不可得也。

夫企業之基礎存乎信用。吾人於此等事如亦能稍示信用，不辭冒險，其效果必大。『不信者不能救贖，』不冒險者必無所獲。

七

靈魂不滅之證據

以上所言物質的現象，迷離恍惚，茲不贅論；卽回述純粹精神的事例。於此吾人所得證據不獨爲神覺圓光之類。冥冥之中，若有操縱者在。死人又若能利用媒介之身體以語言，以書寫。其所作爲，大似自己佔有生活的機械。媒介之昏厥而睡，與催眠狀態雖不無分別，然有數點相同。催眠時，病人大概能感受施術者之思想意志，（惟木強者流前此每否認有此事實。）而媒介之暈睡，或亦爲第二人格所影響，或爲他種智慧所操縱。血肉之軀雖不復陳現，然或謂此超脫血體者前此亦曾

爲人世間人，今則欲借此間接的方法以證明其繼續存在；亦以寄語其家人，使知眷護未嘗或懈，恩愛未嘗或息。然能傳語恩愛，未必卽成證據。惟如聽者確未曾於不介意時洩漏消息，則能呼乳名別號，或有少許證據的價值耳。有時欲證明人格之不滅，正須大費氣力。舊事重提，不嫌瑣屑；私人之癖好刻意鋪張。此等事又每爲當事人所能知悉，或事後爲某近親所能追憶。是則又大可歸功於生人之神覺。又何以能顯其實在傳自『死人？』（靈魂如自覺其活潑踴躍，『死人』一名詞當爲其所厭聞。）因顯然須再有一重努力。所以證明之法，遇可能時，死者每回述人所不知之事，冀其友人有以證實之，而信其人之永存不滅。

所傳消息，有時於人大有裨益。例如瑞典伯氏能自己故荷蘭公使馬德維也氏（M. Marteville）得知某祕密抽屜之位置，死者之家族尙不之知。內有一遺失之文件，乃孀婦所久覓不得者也。旣得消息，則求文件以證實之。其法又使人特別滿意。瑞典伯到時，詳述所知，以鼓勵人爲最後一次之搜索；而時正有少數人集於喪者之家。（註一）

（註一）康德之Traume eines Geistessehers。

更有時傳消息者顯出憂懼之狀，事若有欲補救而不可能者。例如某軍人陣亡，

顯靈於一素不相識之人，求將其革囊追回，從中抽出某種信札文件而消毀之，蓋不欲其家人知之，而致僨事。然則誰能爲此？終乃由傳消息者提出一故人之名字；渠與喪家關係素密，且力能實行此事。因將消息傳出，如法施行，則所言皆確。而死者之代人受苦，處心積慮，至此當亦釋然解矣。

不特此也，有時骨肉之愛又大有證據的性質。例如某軍人已死，仍對於家庭宣布其祕密婚約，姓氏地址不爽。且有所請求，謂如得此人，革囊中有一紀念物可以與之。革囊之封未開，曾無第二人知有此物也。（註一）

（參閱）Barrett, *On the Threshold of the Unseen*. 一八四頁

且『彼方』傳消息者有時機巧特甚。若與生人鬪智，期在必勝者然。能同時異地，從互相獨立之媒介數人，傳出蘊有隱意之片言隻語。苟集合而比較之，則見其各相聯絡，大似一謎語之各斷片。消息之意義因能了解，而某人之人格不滅亦因而證明。此卽所謂『經緯傳達』（*Cross correspondence*）也。其所傳知識之淵博，有非當事之人所能企及者，惟死者當之而無愧。現代學者得此亦大足自豪。每聞人言，傳語之內容不外糟粕，是誠大謬也。

上述方法，祇有苦心研究者能知其若何繁雜，欲徒然歸功於生人之察觀容色

(Mind-reading) 或事實之隨機湊合，殊不近理。蓋無處不見有小心計劃。誠心研究之人初亦有極端疑惑，造此蠻語者，終乃深信有不滅之人格能遞傳消息。一切解釋中惟此當乎事理，而又能兼顧其他事實。然爲此偉大之假設，其困難顯而易見，非當適然同意，更不當在未成熟時隨處宣布。信仰非可勉強而致，蓋必親聞焉。

較爲簡單的方法

凡研究此種消息，對於物質界之成績，初無困難。所應解釋者，精神操縱之現象耳。此操縱而傳達消息之智慧，性質若何。果爲何許人，是則爲問題。

有時媒介之手不用於書寫，而僅就所見字母中指出一組拼音之字；間或字母爲物所蔽，爲傳神者所不及見，爲便利起見，則用一符記以指出各字。字體已形成，不須書寫，祇須指點，表現之法自己較爲簡易矣。又有時一人將字母順序誦讀，而媒介手肌之動，祇須隨之擊節，或屢屢反掌，至所求之字而輒停止。更有時至所求之字而始一反掌。凡此變化皆甚瑣屑。所重要者，消息之內容以及由此而得某人靈魂不滅之證據耳。

然則吾人乃不得不謹慎將事焉。以一反掌一指點之功，而亦能得到若干消息，

其易將使媒介之力非常薄弱者亦自許有若干成績。其能以自動書寫得之者尤不乏人。因此旁觀者每有指摘；雖未嘗口出謾言，而直謂所得盡是糟粕；或只在無意之中搜括自己之夢境耳。

且凡能受神覺之影響者，雖在夢寐之中，有時亦能自遠人異地承受實在的印象。是則夢寐之功用亦能傳說實事；同於其他搜括下意識之方法，惟不若其爲機械式。蓋所得消息亦非主事者尋常所得知悉，事後則證實焉。

事之有無解釋，且不具論；其間已實現則無可疑。然書寫，話言，拼字之法愈祕奧者，大概愈無特殊價值，正以其深奧難測也。此外又有最勉強之例證，則主事者幻想之運行似漫無限制，隨所見而濫言。下意識之詐術多不勝舉，大有非初學所能想像者。

八

結論

靈學所證明之事最大者爲身心之可以分立。脫離尋常工具之後，心猶能存在，且猶能有某種活動。靈魂不滅之可能與否，實與此事有深切之關係。因此可見腦

部或其他尋常表現官體之破壞，心也，人格也，品性也，記憶也，未必隨而漸滅。夫心之作用與表現也，必恃有一種生理的官體。然在他種情景之下，亦復能存在，又能以神覺之法影響及於他人之心。假使兩心情景相同，事固易舉；而有時其影響且能及於脫離肉體之心。此等心者，不爲俗務所拘，固自靈於交感；且其受身體之阻障，固亦不若尋常之拘束也。

原來吾人以實利故，暫居此物質的環境中；腦與身體之爲工具乃所以將吾人區隔，成爲個體。宇宙間無數影響因亦與吾人隔斷。否則其攝引吾人，必將使目前之急務難於注意。此等工具要非吾人之主要部分，放棄之亦無不可。然當其存在，亦未始無用；因能將一般人完全區隔，以各發展其個體的人格。蓋人與人間消息之授受，捨生理上有感覺與發動之官體，別無他道，此吾人所同知也。惟其知之過審，故或且以此爲唯一可以思擬之方法。然世又有小數人焉，（其數目之大或出於尋常意想之外。）其隔離之器具不甚完密，其腦府若一漏卮。故印像能自精神世界傳來，直達於心，初不必經歷感官與神經組織，而達於腦部之中樞也。此等人即所謂媒介。其能力之發現，最好在外界無日常之擾動。隔離聲色，而退入幽靜之時。

歷來宗教界之聖人以及天才之人亦曾有類似之經驗。媒介之默想，其情景與高尚有爲之創造相類。然在高尚之人，有價值之事物承受在意識之中；經營之後，變爲偉大之發明，或爲不朽之詩歌圖畫。而所謂媒介，大概是尋常人之低下者。即有一一才能超卓學問高博之人，祇是例外。是等人僅能於下意識中暫時領略神感，一現即逝。而反爲他人所利用。蓋當其在下意識時有所傳述，必待旁人之諗識情景者爲之記錄而研究也。其所傳述，或以話言，或恃書寫，每以狂喜出神之態度，描寫『彼岸』之情況，以及來生之樂事。英美兩國記載此類消息之書籍已刊行不鮮。雖爲佳話，要無足徵，故不爲靈學所注意。然在瑞典伯，此等事已成一宗教之基礎。

現在科學所最注意之傳述，乃不出乎人世間之事。自皮相者觀之，既無重大關係，而又非佳話。因每訛爲瑣屑，不能當此嚴重之問題。然我不知其所言果何所指也。凡爲私人或家庭之試驗者，其目的原欲證明某人人格之不滅；事之瑣屑反足以增證據之價值。此我已屢屢言之矣。蓋如所指之事，爲歷史上甚或家庭中重要之事，勢必曾於簡冊上留一記錄。則以圓光讀此記錄，已足與人格不滅之說並爲可能之解釋，而况其能引起其他較爲普通的猜疑乎？故欲證明人格之繼續存在，

永遠記憶，而嫌事例之瑣屑者，非蠢極，亦不思之甚矣。證據如鐵練；所傳消息，其適合者有如練中之環，一一相含接。假使研究之後，果見其能標證人格之繼續生存，不隨身體而滅；假使其能示人以宇宙之不爲逆旅，人壽七十不爲獨行之過客，其委化也不等於其未來，而不朽之將來，無窮之命運，隱伏於各人之前；假使其能證明世上一切恩愛，權勢，希望，可貽來世，吾人爲善作惡必有報應，而人之品性能繼續發展，不必有大變故；——假使以語言之微弱，囁嚅若不能出口，而乃能傳達此種知識，誰復敢諛爲不潔之物，不足以享堂廟者乎？

書目舉要

本問題書籍繁多，下述其尤著者。

Myers, *Human Personality and its Survival of Bodily Death*. (爲本問題最廣博之書。)

Lodge, *Survival of man*. (以一己之經驗爲尋常人說法。又特別討論神覺與暈睡之現象。)

Barrett, *Psychical Research* (Home Univ. Library.) (作者又嘗論看水術以及其他非常之能力。)

Hill, J. A., *Psychical Investigations*. (大概論不須暈睡之圓光。證明靈魂不滅。)
Hill, *Spiritualism, its History, Phenomena, and Doctrine*. (述前代媒介之事業。)
Holmes, J. H., *Is Death the End?*
Barrett, *On the Threshold of the Unseen* (作者爲靈學會之一創始者,此其近著。)

下列各書代表高遠之說法,且略示人以彼岸之情景。

After Death, by W. T. Stead.

Spirit, Tearings, by M. A. Oxon.

Speaking, across the Border Line, by F. Hesop.

Claude's Books, by Mrs. Kelway Bamber.

(篇中圖畫,凡非特別註明來歷者,皆由靈學會特許印行。)

第十篇 自然史之四——植物

國立東南大學植物學教授
美國加利福尼亞大學植物學士 胡先驕譯

植物生活之奇蹟

生物之系統可作一V字觀。一方面爲動物；他一方面爲植物；在其基部是爲簡單生物尙未定向何方向發達者。一毛茛花與一蝴蝶平常甚易分辨，但驟觀之，吾人似不易見一野菌與一海綿之差異何在；在此V形系統之基部乃有多數原始生物，有時植物家認之爲植物，動物家認之爲動物。此類之原始生物之數種，每能示吾人以最初之生物之狀況焉。

動物恃植物爲生

V形之比況有一種效用，可示知植物與動物雖同爲生物，然各遵不同之天演途徑。但若吾人表示此圖記之下部有少許枝幹以連合二者，則意義更爲深長，蓋動植物相聚生長經過極悠遠之歲月，各有互相利賴互相倚傍之處焉。第一，爲營

養之利賴，蓋動物全恃綠色植物始能生存。固有多種動物互相噬噉，但結果動物倚植物爲生。俗諺『肉皆草化』一語，於此乃有新意焉。第二，則有一根本上最重要之事實，所有生命所不可缺之空氣中之氧氣爲綠色植物所產出，惟彼能分解碳酸氣。在最初之地球上幾無氧氣，卽有亦甚少。第三，吾人思及天演史中最重要之一步驟——動物之移居乾燥陸地上，吾人立見植物之功用。不但綠色植物供給食物與氧氣；且能供給蔭庇藏匿之所，與動物以多量活動之機會。動物同時亦有還報之處，如蚯蚓之造成良好土壤，昆蟲之傳播花粉是也。

微小植物之重要

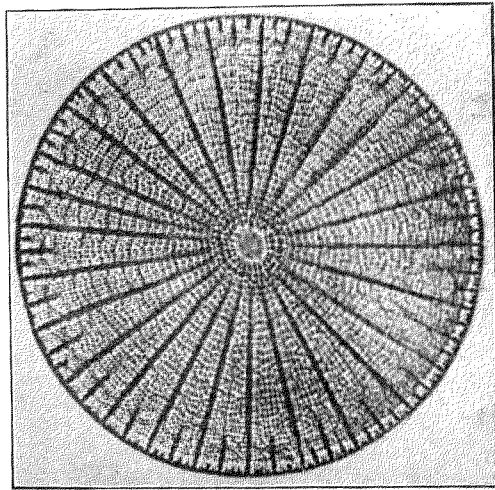
目前尙有不甚明瞭之一事，卽綠色植物所需以爲生者常爲較簡單之化合物，如碳酸氣與水與礦物鹽是也。日光之能力經過一種綠色素（葉綠素）之屏障，爲植物所利用以分解碳酸氣之原子，而開始建造炭素化合物如糖類等。此爲世界最重要之工作方法，稱爲光合作用，卽利用日光能力之補助以建造炭素化合物是也。一囊之小麥，一包之棉花田中之稻，動物之軀體，皆由之以得其儲能，卽煤之能力，亦得之太古時代存儲之日光也。

吾人對於綠色植物所占重要位置之物質循環，應造成一種最明顯之想像。彼炭、氫、氧、氮四元素，除已連合爲一種休止之羣體外，永遠變換跳舞無已時。動物軀體中生活燃燒所餘之炭酸氣呼出體外者，能復爲綠葉所獲得。千萬海鳥所排泄之氮素廢物，乃以造成智利之硝酸鹽礦，此種鹽類所含之氮素分子之散布於麥田中者，乃復另經變化而出現於麵包之膠質中。動物死後即沉埋土中；其屍體爲墳吏甲殼蟲所葬埋；而爲致腐敗之細菌將其肌肉分解成較簡單之化合物，而重由植物現身於生命循環中。

在細菌篇中將示知此類微生物於造成世界甚有關係。彼爲最小之植物，但彼等在自然界乃占不能估計之重要地位。

若謂植物爲『出產者』，動物爲『消費者』，細菌乃『中人』也。

但吾人亦須承認淡水與海水中細微之綠色植物之重要。矽藻藏身於極美麗雕鏤之矽質甲殼中，彼與之同等美麗之鼓藻乃無數羣聚於水面，與他種簡單藻



矽藻 (Arachidiscus Ehrenbergi, 單細胞植物之一種) 殼上之美麗花紋
二百枚此種細胞並列，尙難達一時之長。不知此種美麗花紋究竟有何實用。此係相稱的有規則生長之表現。

類(同時亦有少數極細微綠色之動物)同為多種高等生物最重要之食物。彼等皆吸收空氣水與鹽類,皆能分解碳酸氣,釋放氧氣,造成炭素化合物,以為高等生命之基礎。此細微之質點與大海藻同等重要。若『肉皆草化』,則『魚皆矽藻與海中細微藻類所化』。春日湖水面上有時作綠色甚或為藻類所腐集至濃如羹湯。一桶之海水所含此類細微之植物,其數之多,較吾人於清明之夜所能見之星尚有過之。

植物生活之差異

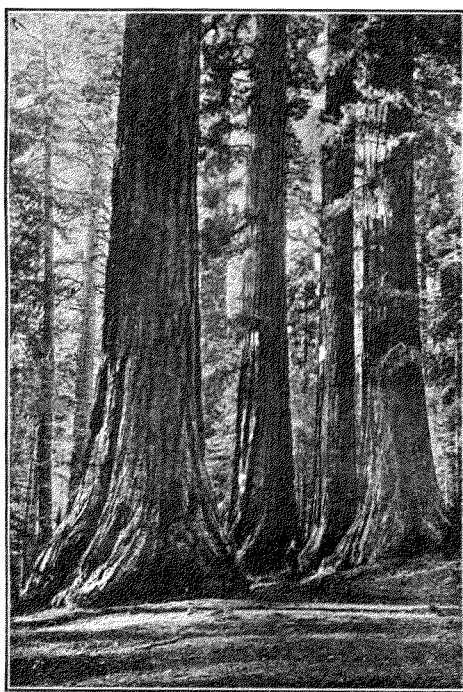
由微細生質盛於美麗矽質甲殼中之矽藻,至雛菊,由牆頭之牛膝草至勒般耶(Lebanon)之大香柏樹,由吾人花園中之一年生植物至生活二千餘歲之加利福尼亞大稀樅,其差異之大可以想見。最初之植物或為海水中單細胞之藻類,今日尚有多種。至沿大陸之淺海成立,附著之海藻乃開始繁盛——附著於海底而同時可得日光。在海潮低落時,若能在大海藻中細心遊涉,極為可欲之事,其大者每長十數尺。斯為太古時代之森林,有如教會所云,陸地升高時彼等亦有逐漸化為陸生植物者焉。

此譬况之說,蓋謂陸地植物導源於藻類,非謂海藻真能化為陸生植物也。

譯者誌

另有一支植物，其發達別取一方向，是爲菌類，如黴菌、香蕈、靈芝等，或生於生物死體之上，或寄生於生物之上。植物學家將細菌亦歸入此類，或另分一類。地衣爲一類奇異之複雜植物，爲藻類菌類植物合爲一體，以營彼此有利之共同生活。再高則有蔓延之蘚類植物，再上則爲苔、蕨、木賊與石松。種子植物之起源，或可追至泥盆紀時代，但直至地質之中世紀，彼等始漸發達。蓋種子之成立，實爲天演史中一大進步。蓋此乃如動物之哺乳類，其由母體中生出者爲一

幼植物，居於子房中若干時，一若與其父母共營生活者然。松柏與蘇鐵、銀杏等較尋常開花之禾本科如百合、黃水仙、蘭花、毛茛、虞美人、薔薇、吊鐘花、雛菊等爲低一級。有花植物之差異，幾無盡數，然皆可分爲極易區分之羣體，而追溯至少數之普



美國加利福尼亞之大稀樺

(*Sequoia gigantea*)

有數株高至三百英尺，僅澳洲之大桉樹高可與之相抗。其生命較任何生物爲長。搭佛黎教授有言曰：“所有已經考察之樹幹，其年齡皆在九百年以上，最老者有2425年輪，換言之，在西歷紀元前五百二十五年即已生存也。”彼能愈絕大之傷如火傷之類。其法即將其生活之組織逐漸布滿其傷口，每每須數十年方能竣功焉。

通祖先。卽如所栽培之各種小麥，皆可追至今日尙生存於赫芒 (Mount Hermon) 之野麥。有花植物之各部，與植物之全支，亦皆可列成自然一貫之系統焉。

植物共同之性質

在各各特性與夫少數極大之例外如黴菌香蕈所表示者之中，尙有少數重要性質可合植物爲一體，彼等普通皆有一種綠色素名爲葉綠素，僅菌類與奇異之有花植物如兔絲子等寄生於他種植物上者爲無之。再則構造植物之原形質之單體，皆處於與澱粉同一方程式 ($C_6H_{10}O_5$) 之胞膜質之胞膜中，此種原形質之困處於有限之細胞膜中之現象爲動物所無，亦卽以限制植物之運動，而判定其日常之活動。植物再有一現象卽無法以排除體中氮素之廢物是也。凡生命之動作，必致有蛋白質之分解，而隨以造成氮素之廢物；此種廢物在高等動物乃由皮膚與內腎排泄之。但在植物則不能排泄此項廢料而積聚於體中，因之動作失其靈敏，而常處一種睡眠狀態之中，蓋植物從無完全清醒之時也。

上文曾言及植物營養所需之物，常在低簡化合物之階級，而能行光合作用。但同時須申明正式之植物，較正式之動物建造之力爲大，彼繼續儲藏多量之能力，

每至較其所能利用者爲多。其特種之營養代謝，致造成多量之存儲養料，食草動物乃取用之以保持其活動冒險之生活。且吾人宜記憶除最單簡者外，植物不能運動。其種族之生存，常賴繁殖之增大，贈其後嗣與多量之遺產，與夫深藏於儲有多量營養物質之溝壘中焉。

有花植物重要之各部分

大詩人葛德 (Goethe) 爲首先明觀普通有花植物包括有中軸與附屬器官兩部分之人。中軸包括(一)向上生長尋求日光趨避地心吸力之莖，與(二)向下生長趨避日光趨向地心吸力之根。附屬物爲枝上所生支拄於日光空氣中之葉，而正式之花則含有四輪變形之葉——花萼，花冠，小蕊，大蕊，——後二項乃生產生殖細胞。春間觀察天師栗 (Horse-chestnut) 樹之萌芽最爲有趣味之事。蓋此處能明示保護葉芽之苞，與普通葉之五小葉之各階級。稍遲則觀察白睡蓮之花，亦甚爲有益，可見綠色之花萼之逐漸化爲白色之花瓣，白色之花瓣化成產花粉之小蕊。當野生之刺薔薇在花園中變爲重瓣，不過示知彼應變爲小蕊之葉片，重返爲不生殖之花瓣耳。於此可見普通植物之構造較動物爲簡單也。

綠葉之工作室

至此吾人須對於植物之獲取食物，加以較詳細之研究。植物以其葉與根獲取製造食物之原料，綠色之葉自空氣中攝取炭酸氣，其根所吸收之原料亦極為重要，是為由土壤中取得之水與礦物鹽類。水由土壤溶液中以入根，經過根之末端上所生根毛之薄膜。彼根毛者生命極短，根端刻刻生長，根毛刻刻更新，由地下水中植物得以吸取其礦物鹽，空氣中之炭酸氣則緩緩滲入葉中。大氣中所含之炭酸氣約有一萬分之三，植物繼續吸收之，動物之呼吸與火之燃燒，則繼續產出之，二者互為平衡焉。

綠色植物之所為

如上所陳，植物工作之原料為土壤中之水與礦物鹽類，與空氣中之炭酸氣，綠色葉者則利用此原料以供製造之用之工作室也。

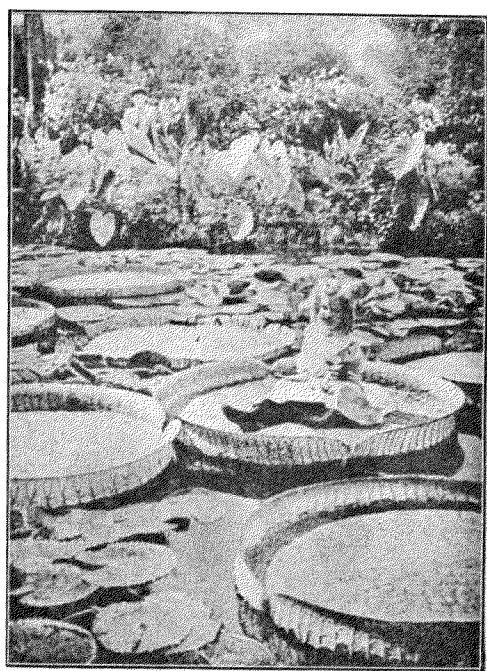
工作室中所作者何事，則製造生物所必需之化合物如澱粉，糖，與油脂等物是

也。大部分有生命之物質爲四種最普遍之元素，炭，氫，氮，氧，所成，另外則有硫磷等元素，氮素化合物由植物根中所吸收之溶液供給之，炭酸氣則由葉吸取之於空中。植物利用日光之力，以分解各種化合物，重建造成爲新式。其特性在含有多量之儲能，所有之生命皆賴一種特別物質名爲葉綠質者以生存，而此葉綠質惟植物能生產之。動物攝取植物所造成之有機化合物重行建造爲其自身之生活物質，而用之以爲化學能力之泉源，植物則造成此項化合物。在大多數植物其造成葉中綠色素之稱爲葉綠素者，常與日光爲緣，如上文所陳。所有植物皆吸收空氣，水與鹽類，皆分解炭酸氣，釋放氧氣，使之重行游離飛散於空中，與造成炭素化合物以爲高等生命之基礎。於此可見吾人生命所必需之氧氣皆出於植物之賜，在無人工通氣之養魚缸中，若無適量之植物以供給水中之氧氣，動物必至於死，在全地球上亦同此理。世上惟植物爲能直接自無生命或無機體中造成有機化合物（出產能力之物），每個生活之動物於呼吸之時皆產出炭酸氣，而炭酸氣者即使通氣不佳，多人聚居，兼燃巨火之室中沈悶欲絕者也。然同時乃爲植物之食物，於此可知綠葉之工作室爲造成發生能力之化合物之處所。吾人習知力固不生亦固不滅，則植物所利用之力來自何所乎？

若吾人燃燒幾全為炭水化合物胞膜質者所成之棉花，其所含之炭素乃與空氣中之氧氣化合。燃燒之結果為炭酸氣，水氣，與極少量之礦質灰，但除此類物質外，同時復釋放兩種能力，是為光與熱，此項能力存儲於胞膜質中，於此可知植物自炭酸氣與水之原料以造成胞膜質之時，必須獲得與在燃燒時所釋放之熱與光等量之能力。此項能力之來源，則日光是也。

日光之獲得

一綠色之葉僅有數層細胞之厚，貫穿多數葉脈，是為水運入葉及造成之食物自葉輸出之運輸組織。其網狀之支脈可使水分分布於所有之生活細胞。葉之下面（有時上面）有多數極微小之孔，是為氣孔。其數極多，每一



南美洲亞瑪孫河之維多利亞花

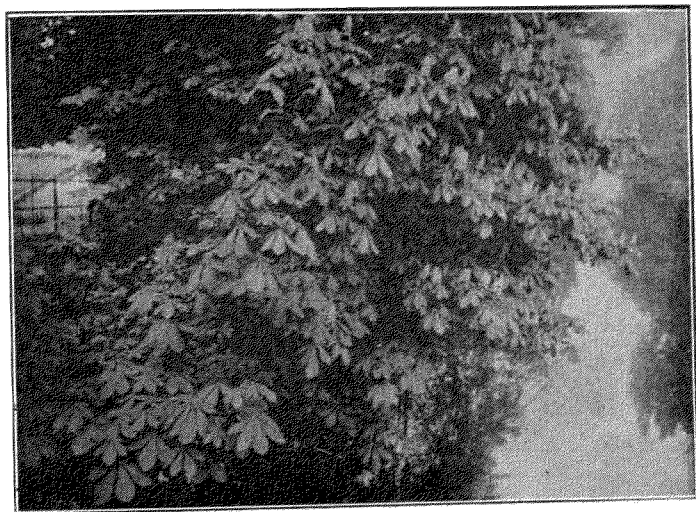
(*Victoria regia*)

此圖所表示者，乃植於美國明尼蘇打 (Minnesota) 公園中者，其葉能載一小兒。在其原產地，可十英尺。

方英寸可多至十萬。由此種小孔中，水氣蒸發出外，炭酸氣則侵入之。其下則葉中有多數氣道使各種氣能達到所有之細胞。葉中之細胞為建造食物之工作室。在其原形質之中，有多數圓餅乾狀之綠色體，是為葉綠粒；其功用為吸收與變換日光之能力。

葉之所以作扁形者，在得極大之吸收面積，而葉之安排地位，足以免互相遮蔽。牆上常春藤之葉常作鑲嵌狀排列，大葉之隙處，小葉乃補充其間。樹之枝幹即為支撐葉於日光中之具。所有纏繞攀緣支蔓之植物，皆同具此目的，即獲得日光也。

如上所陳，知葉脈中之水與溶解其中之鹽類，由氣孔與氣道輸入之炭酸氣，皆以供葉中細胞之用。在細胞中有一種吸收與變化能力之物，是為葉綠質。細胞中復有為生命基礎之原形質，能利用原料



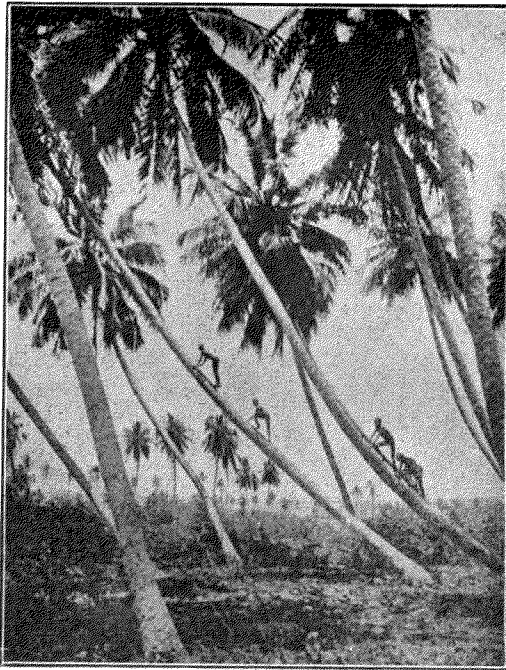
天師栗 (*Aesculus hippocastanum*)

其葉之排列蓋有以使得多量之光線。天師栗之葉為一種鑲嵌狀排列，小葉生於大葉之空隙中，故可免互相遮蔽之病。

與日光之能力，而將碳酸氣變為炭水化合物一類之簡單化合物。在此種變化中，乃有氧氣釋出，亦由氣孔中輸出葉外。造成此項簡單之炭水化合物，為植物營養之基本方法，亦即地球上生命現象之基本方法。蓋所有動植物體中之有機化合物，皆由此項炭水化合物以造成者也。

同時須知光合作用之方法，與生活燃燒之現象恰相反對，生活燃燒為所有生命現象所從出。在此方法中，有機化合物與氧氣化合，分解為碳酸氣與水而釋放所存儲之能力。此種碳酸氣之繼續出產，若無一相反之方法，將致空氣污濁不可用，因尋求此相反之方法，植物營養之理乃明，發明此事者，近代化學之一開山祖英國大化學家與哲學家伯利士黎 (Joseph Priestley) 是也。

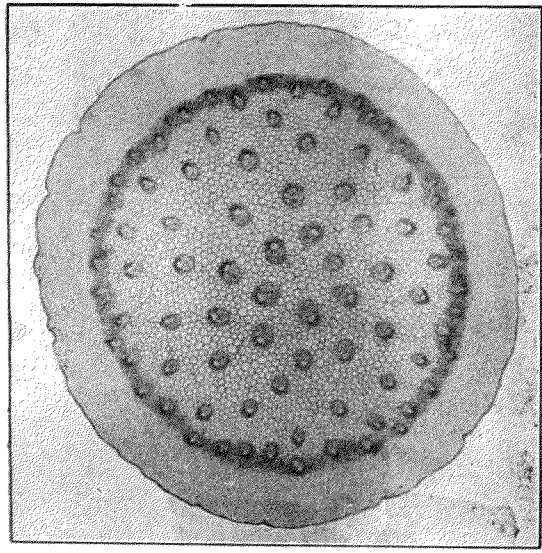
食物之用途



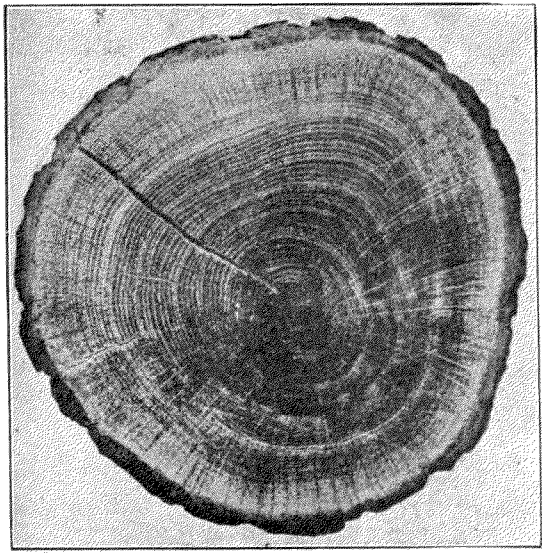
埠陀賴可 (Porto Rico) 左近阿關狄拿 (Aquadilla) 所種之椰子樹

此樹之彎曲或因為風暴所致。此種棕櫚為熱帶最重要食用植物之一，能供多種日用需要品之原料。其產物為商業上重要商品。其原產地或為南美洲，而逐漸為原始人種移植於各處。

植物葉之工作室中所造成之糖及其他食物，或為葉自身消耗，或先輸至他處。植物自身甚少運動；即運動亦甚緩。其體中溫度較環境空氣之溫度所高有限，故僅需動物所需之能力最小之一部以發熱與供運動之用。大部分所需之能力皆



屠帚花 (Butcher's broom) 莖部之橫剖
 暗色之圓圈為輸導管，供輸導植物體中之水與食物之用。每束外面之明亮小點，為最大之輸水管。在此管束間之大細胞，是為基本組織，外面一暗色之圈，是為支柱纖維之所在。



樅樹之橫切
 春季所生之木，色淡而質鬆；夏季所生之木，色濃而質密。由暗色帶之邊緣至他暗色帶是謂之年輪，表明一年之生長。用此年輪可考美國之樅樹有生長至一千年以上者。年輪之厚薄與其構造可用以知此年輪生長之年乃其氣候之狀況。

供化學變化及生長之用，此種能力在動物由氧化或燃燒以獲得之，多量之炭水化合物即消耗於此。此處吾人宜留意者，植物吸收氧氣，呼出炭酸氣，所謂呼吸之一現象，惟在暗處為能考見之。此作用在日光中當亦有之，但苟植物在日光之下，

則呼吸現象乃為較活動之相反之光合作用所蔽，而不能見。炭水化合物復能由葉運至植物之他處，以為儲藏之養料，每每變為他種形狀。最普通之儲藏養料是為澱粉。儲藏養料為植物生活最顯著之性質，與此性質有聯續之關係者，則為避免不適宜之環境，如在溫帶之寒冷時期，或沙漠區域之乾旱時期，生機完全停止，入一蟄伏狀態是也。蟄伏之部分如球莖塊莖種子等平常皆儲藏有多量養料，一至環境適宜，植物即利用此項儲藏養料以為極迅速之生長，人類亦即利賴植物此項養料以生存焉。

二

菌類之營養

但有多種植物無葉綠素，因而不能利用無機化合物以建造有機化合物，此類



中國栽培之竹園

此種偉大之禾本科植物，有時高至一百二十英尺，直徑一英尺。其生長速率有時一日長三英尺。竹為亞洲最重要之經濟植物之一，用以建築房屋，造器具，家具，工具，玩物，紙等。其嫩芽即筍，可食。

植物之最著者厥爲多種菌類。其來源或出自藻類植物，包括各種形態差異極大之種類如糖果上之藍黴，麪包上之黑黴，草原中灰黃色可食之野草，林木中彩色之毒草，小麥之鏽病，鵝莓之黴菌，馬鈴薯之疫病菌皆是也。所有上舉以及其他無數之菌，皆賴他種植物所造成之有機化合物爲生。有名爲死體寄生者，生於腐敗之有機物質之上，他一羣名爲生物寄生，則生於生活之寄主體上。可食之野草與毒草生於土壤中，畧如普通之綠色植物，但必生於富含有機化合物之土壤中，毒草多生於林木中腐植質上。可食之草多生於富含動物糞之草原上，麪包或果醬或鵝莓上之黴，其食料可不忖而知，大凡菌類皆藉此現成之養料以爲生者也。

死體寄生菌，常有輔助細菌以分解已死之有機物質爲無機化合物，以供綠色植物利用之重大功效。有數種因其生活作用之副產物故，有直接之經濟效用，如酵母菌爲由糖造成酒精之菌，卽其例也。

但生物寄生菌之寄生於生活植物之上者，則每每有害。彼由寄主體中吸取其養料，同時復分泌毒質以殺死其寄主。此類菌乃爲植物病害之主要原因，吾人若觀察馬鈴薯疫病盛行之時，於一二星期內全區之馬鈴薯皆腐敗淨盡，庶可推知其爲害之烈矣。

地衣爲複生植物

在極不適宜於生活之石上或樹幹上生長而爲吾人所習見之地衣，乃一種複生植物；爲一種菌與一種藻共生爲一體，而長保有其特種形態者也。若無顯微鏡之助，其複生之性質無從得而知之。其性質直至後來用精巧之技術將此兩種植物分開培養，再令之生於一處而重變爲地衣後，始克完全確定之焉。

有花之生物寄生與死體寄生植物

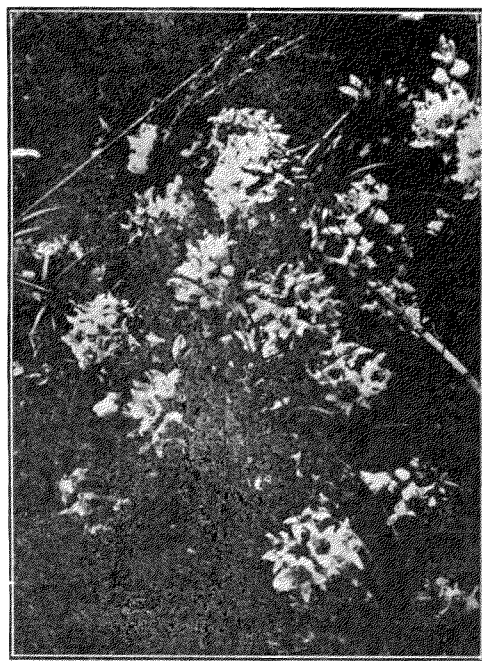
在有花植物中有多種極有趣之死體寄生與生物寄生。英國植物中有鳥巢花，鳥巢蘭，與珊瑚根，皆死體寄生。第一種屬於石南科，其他兩種爲蘭科植物，三種皆生於林木中腐植質土壤之富含有機物質者。雖其關係尙未十分明晰，大約此類植物根中皆有一種共生之菌類以助其吸取土中之養料。此三種植物皆全無葉綠質，鳥巢花作乳白色，其他兩種作暗褐色，卽其葉亦大加退化，僅爲尖銳之鱗片。較習見者則爲生物寄生如柏寄生，兔絲子，列當等，柏寄生只一半倚賴其寄主如樅或蘋果爲生，蓋彼有綠葉，能製造炭水化合物。

金雀草之故事

綠色植物亦可長久與上等植物共生。若吾人掘起一幼金雀花，而考察其根，則見其上生有極多之瘤。小者生小根上，大僅如針鼻；大者生大根上，大如豌豆；此乃由一種細菌在根之

組織內所致之異常生長。細菌在土中自根毛侵入，繁殖極速，向內方進行直至達到根之表皮細胞。在此乃繼續繁殖，由一細胞入他細胞，根受其刺激，組織亦逐漸增大。若將長成之癭橫切，以顯微鏡觀察之，可見其細胞中有億萬之細菌，此類細菌曾證明能固定大氣中之氮素永遠存在於根所吸收之水溶液中，而變化為有機化合物。此養料之一部分為寄主所利用，寄主則供給細菌以炭水化合物，此種最特別之合居，為共生現象之另一例。

此類細菌根瘤，所有豆科植物如金雀花，豌豆，菜豆，大豆及其他多種野花及食



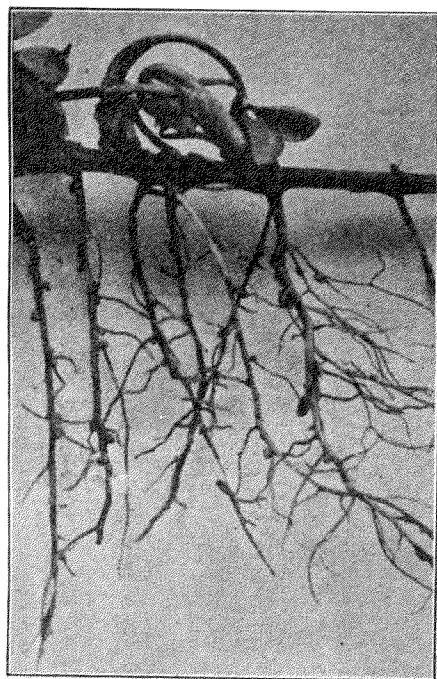
兔絲子 (*Cuscuta epithymum*)

此種有花之寄生植物，寄生各種植物上。其絲狀之莖纏繞於寄主植物之上，生出小吸收器侵入寄主皮中以吸收養料。此植物無葉，僅有各叢鐘狀之花。

品植物等皆有之。豆科植物約共有一萬一千種，全地球皆產之，其勝利祇須在近郊經行之人即能見之；或僅須涉足鄉村道塗數十步即足。在沼地或公地中，遍生金雀草，而路旁則金雀花叢生。其枝幹花實之茂盛，乃與其貧瘠之土壤大不相類。其所以能得勝利者，即由於細菌所供給之氮素化合物有以致之也。

菌根菌

多種植物如樺木松樹與多種生於沼地之石南科植物，皆有一種與之共生之菌類名爲菌根菌。有數次曾證明菌根菌能供給寄主以氮素化合物。最有確據者，厥爲石南科之灌木。此類灌木生於極貧瘠之沼地，在此類地域平常只有少數植



野白爪草 (wild white clover) 之根，
稍放大用以表示小根瘤

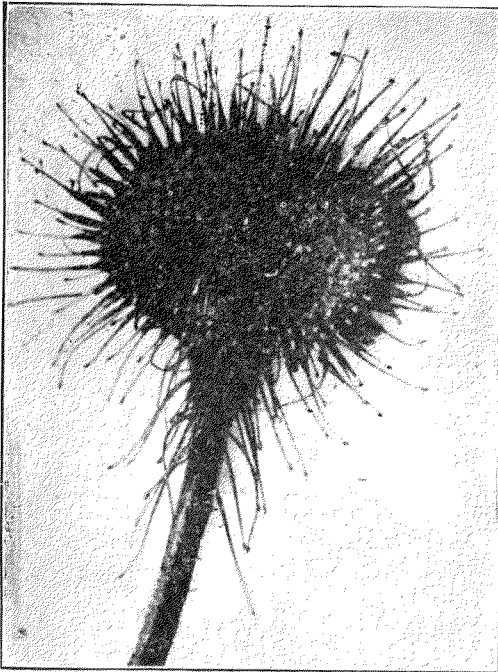
此至小根瘤內，包藏一種特別細菌，能固定空氣中之氮氣。爪草能藉此得氮化合物之供給，而土壤亦因爪草根及根瘤之腐爛而變肥。爪草族植物均對於土肥有重要影響。

物之有特種稟賦者，爲能生於其間。在公地則有金雀草，在沼地則有石南科灌木。金雀草有細菌所成之根瘤，石南科灌木則有菌根菌寄生其根中，使之能利用泥炭性土壤。

三

食蟲植物

在潮濕之沼地有三屬植物，除由土壤中取得養料外，另有他種弋獲食物之法。此爲茅膏菜，捕蟲草與狸藻，每屬英國皆有數種。此類植物捕獲小蟲與小甲殼類動物，吸收其軀體腐敗之產物，或竟積極消化之。彼等皆有葉綠素，蓋所需者爲動物體中之蛋白質或鹽類，因而養成此種奇異之習慣。

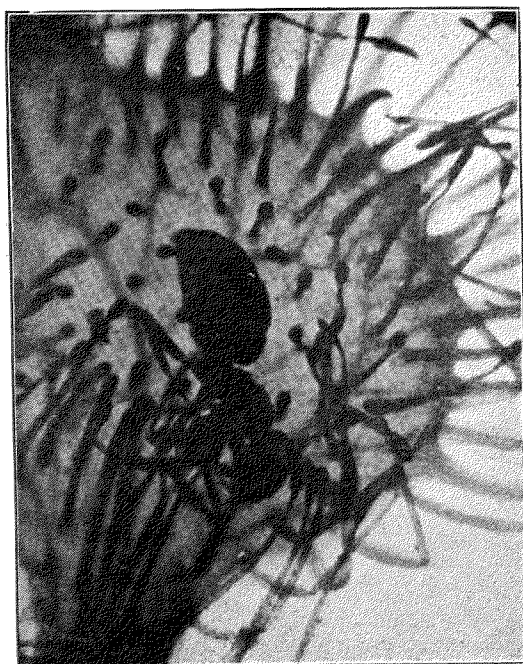


普通之茅膏菜 (*Drosera rotundifolia*)

其葉有多數棒形之毛，毛之頂端具極敏感之觸覺，其分泌晶瑩之黏液。一葉上有幾近二百此類之毛，砂礫木塊玻璃等物不能誘起其黏液之分泌，但被獲之昆蟲或小塊之肉則能之。觀第 圖。

茅膏菜淡紅色之葉上遍生小棒形之分泌腺，生葉之中部者恆短，生近葉緣者則較長。在每腺膨大之末端，嘗有一滴極濃厚之黏液，在日光中晶瑩奪目，故俗謂之爲「日露草」。此等黏液即供捕獲昆蟲之用，蚊蚋之類初被捕獲，力求擺脫，乃愈與多數腺毛接觸，而黏著愈固。葉受固體接觸之刺激，與昆蟲軀體化學之刺激後，在葉緣之腺毛，雖本未與昆蟲接觸者亦速向內屈曲。此種刺激傳布極速，彼掙扎之蚊蚋終至釘定於葉之中心。液體之分泌乃漸增加，小蟲先被溺斃，終乃消化，數日之後，各腺毛乃重行舒張，露出一皺縮之軀殼，於是葉又可捕獲他蟲矣。

捕蟲草亦如茅膏菜，利用一種黏性之液體以捕獲昆蟲。捕蟲草無腺毛，但其舟形之葉之邊緣有多數向內卷分泌黏液之細脈。其消化力較茅膏菜爲緩，但最後



茅膏菜捕獲昆蟲之狀

另圖表示茅膏菜之觸毛，其頂端之黏液有引誘昆蟲之效。若一不幸之昆蟲立足其上，此毛立即彎曲將昆蟲黏住。此處被黏者爲一蠅，繼即隨以消化作用，數日之後，觸毛乃伸張，則僅存一乾蠅之空殼矣。

則昆蟲軀體柔軟之部分全被吸取，僅存外殼。狸藻則另有方法，彼生於泥炭窪之水中，其葉分爲多數細線狀體，與多種水生植物相同，有少數絲狀體之處，乃代以大約十分之一英寸之小囊。囊之前面有一門，其構造略如舊式之鼠籠，淡水中小甲殼動物欲入內時，門前遇有一叢短毛，必用力乃能入內。入內後門即關閉，自內無法能開之。彼乃在內回旋游泳直至餓死而後已，繼以腐敗細菌之作用，其軀體腐敗，逐漸爲植物所吸收。

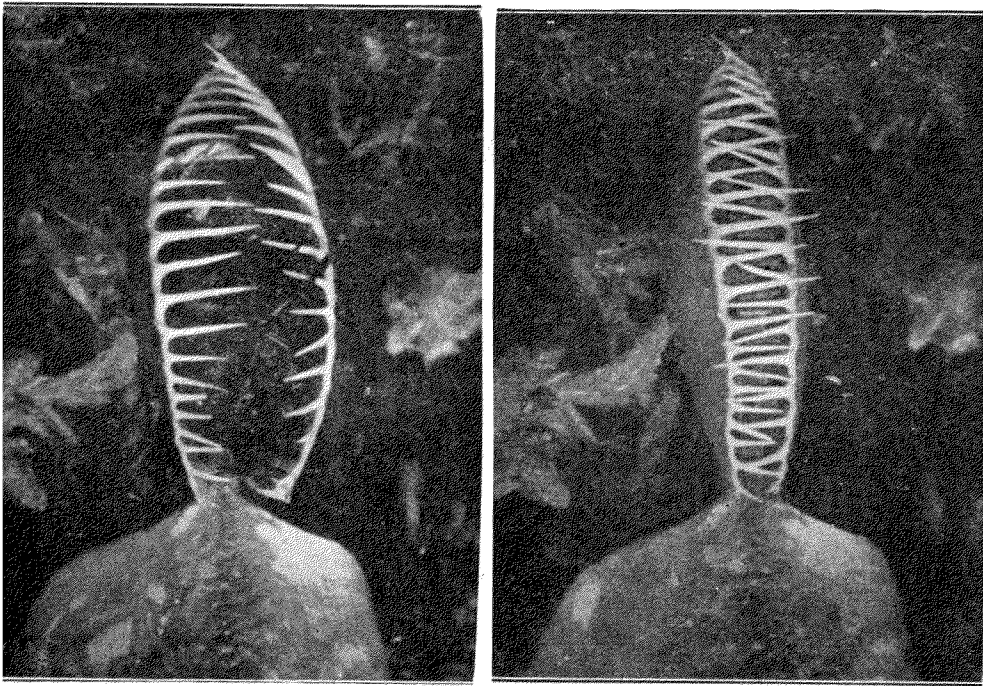
瓶子草

上述之英國食蟲植物雖已極奇異，熱帶所產，種類尤多而更精巧。苟參觀克由或愛丁堡植物園中之溫室，即可見此類之豬籠草與瓶子草。多數之豬籠草產於馬來羣島，攀緣支蔓於灌木中，彼有大革質之葉，葉端則爲鞭狀之卷鬚；卷鬚之末端，在已得攀緣於他物上之後，即發達爲一瓶狀體。有數種大如半升之囊，數種小如婦女之頂針。在瓶口之上有一蓋，供遮防水侵入之用。其瓶中所盛之水爲瓶壁顆粒狀細胞所分泌，瓶口邊緣之內面，有多數蜜腺，蜜腺之下則有一層蠟層，使之極其光滑。若一昆蟲爲蜜汁所誘而立足於此滑壁內，必至墜入液中終至溺斃。

在此後之緩慢消化中，蟲之軀體不為腐敗細菌所侵，蓋瓶中之液汁有殺菌性與消化性，故能保存食物使之不壞。

捕蠅草

最奇者厥為捕蠅草，為茅膏菜之近屬，亦如茅膏菜生水苔之中，但只加羅林拿 (Carolinna) 產之。其葉長一英寸餘，各有一有翼之葉柄與一圓形之葉片，葉片之上面，每半邊皆有三長刺毛，在葉之邊緣有一排硬刺，若有昆蟲觸及其刺毛，葉之兩半立即閉合，為時不及一秒鐘



捕蠅草 (*dionaea muscipula*)

第一圖表示其葉之刺毛開張。若昆蟲觸及此毛，葉之兩半在一秒鐘內立即閉合而將捕獲，如第二圖所表示者。

之久。葉緣之硬刺，乃互相接合如鼠籠之齒，昆蟲即被捕獲。山德生爵士 (Sir John Burdon Sanderson) 發見其葉閉合時有一種電力之變遷，一如吾人在緊張吾人肌肉時所有之現象。隨卽分泌多量之液汁，至溢出於葉緣之外，消化與吸收亦隨之而起。片刻之後，葉仍舒張如前狀。

四

植物與動物相同之點

若吾人將一櫟樹追至幼樹，再追至幼苗，再追至一種子與一胚珠，最後吾人必追至一受精卵，是爲個體生命之起點。於此點櫟樹與其枝上之松鼠乃相同，且在兩方受精之卵，皆分裂再分裂，造成數千之細胞，逐漸爲分工之發達。但吾人可進一步證明植物動物不但在個體生命起始時，其細胞構造相同，卽其生命之主要方法亦相同。二者皆示有營養及軀體內食物之分布，二者皆示有消化酵素與呼吸。光合現象固僅爲綠色植物所獨有，而在植物界中無可與動物腎臟相似之作用，然所有之生物其相同處固甚多也。

驟觀之似覺上說之結論，若加於動物最重要之活動，如行動與感覺，素爲植物

所缺乏者，必不可通。然吾人苟思及葉之起伏與花之開合，隨一日中日光之強弱爲轉移，則知植物亦有運動。吾人苟復思及枝之趨向日光，根之趨向水分，或茅膏菜對於蠅蚋之觸動而起反應，卷鬚因細枝之接觸而起卷曲之運動，則知植物亦有感覺。在遠東含羞草常生長極茂，若以一石子投之，吾人立見其葉下垂至休息之地位，此刺激乃逐漸傳布成一圈，如池中水面投石而起之波紋然。捕蠅草若以一小塊濕紙欺之，亦可使其葉閉合，但頃刻之間繼續欺之二次，第三次彼每不再受欺，此實記憶力之肇始，記錄其經驗以定奪其將來之動作者也。吾人不必細究植物運動之狀況，但觀有各種動物如珊瑚蟲或海參，在其半睡眠之習慣中，表示有植物之性質，吾人亦可云在各種植物中亦有動物之性質，多種美麗之蘭科植物，不啻能爲夢中之微笑焉。

平常若能於異點之中察知其同處，極爲有益之事；然同時若張大其一以掩蔽其他，亦爲謬誤。遲鈍爲植物之本性，其獨立之營養方法實有以養成之。植物不必運動以取得其原料，彼僅須以根吸收自土壤中繼續緩慢供給之水與鹽類，及用葉吸取空氣中之碳酸氣。動物之取食，始如獵人，其關聯之運動日趨於完美，植物則知覺日趨於遲鈍，然在下等生物中亦有例外，如最簡單之藻類極其活動，海綿

與海葵則爲固定的，然動植物真正之比較實宜於松鼠跳踉於不動之樺木枝幹上見之。蓋植物之遲鈍，與動物之活動，實爲基本之區別也。

植物之方術

植物之生活與動物之生活畧同。每個植物皆與其特種生活之環境相宜，而在其體合中，可見與吾人所見於動物中同等之生存競爭。同等之生活性質如生長，繁殖，反應等，一方面有同等之競爭，而於互助有利益時，亦有同等之互助。植物亦如動物，有同等自謀生存之本能，同因環境與遺傳之要素，以定限個體之生命。植物亦有變種，三色堇之發生新變種，與動物之鴿正同。植物之繁殖，自全體觀之，皆受遺傳於其父母，其血統之遞嬗，世代之相續，一與動物相同。在植物界亦如在動物界中，自然主宰之重視其種族較其個體爲甚焉。

植物利用其特種之方術，以求適合於環境，亦與動物相同。吾人可見凡植物之一動作，亦如動物之有實際功用。在後者動作爲知識之行爲，在前者則由於遺傳之感應性，植物亦如動物能欺騙與引誘，豬籠草與捕蟲草一如蜘蛛之以伏阱陷物，茅膏菜則與京燕同能以餌誘取蟲豸，白蟻能射出一種惡毒之液體以拒敵，植

物亦藉其毒質或惡臭以自全，每種皆自利以爲生，絕無爲他種而生者。必也可得利於他種始有互助之事，若野薄荷頸項中滿貯蜜汁以供蜜蜂之採取，亦由於蜜蜂能爲之傳播花粉自此花至彼花也。

五

根之功用

平常植物之主根皆向下直生，主幹則向上直生。若一種子栽植時，適在合宜之位置，則根與莖照其原有之方向生長，若將種子平鋪或倒置，則根莖自然能彎曲至所應取之方向而生長。當吾人栽植種子時，不必爲之排正其位置，可令生長之植物自爲之，且在多種種子中，其胚本係彎曲，至萌發時必須伸直之者，此能事亦不限於幼植物時代，平常平置之莖，一二日後其正生長之末端



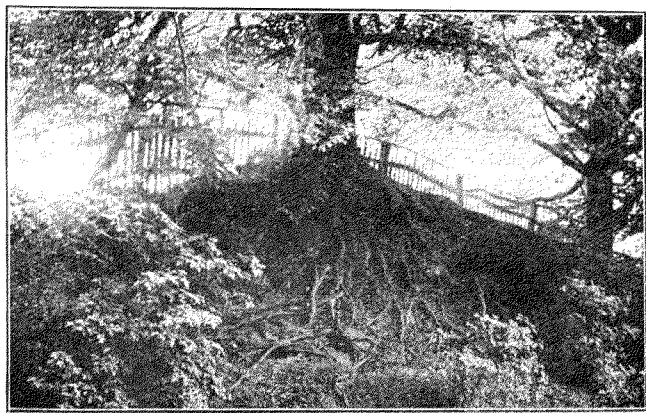
日本小盆景之根露出於外之狀

此種日本園亭藝術家之製作，係用小種子種於小盆瘠土中，而將其秧苗生育於極不良善之環境中，或用他種方法使之不能發達。如此可使百餘之松柏科植物高不過一英尺云。

逐漸彎曲向上，植物平常皆能為極敏速之彎曲，此種運動，以外來之刺激而起。

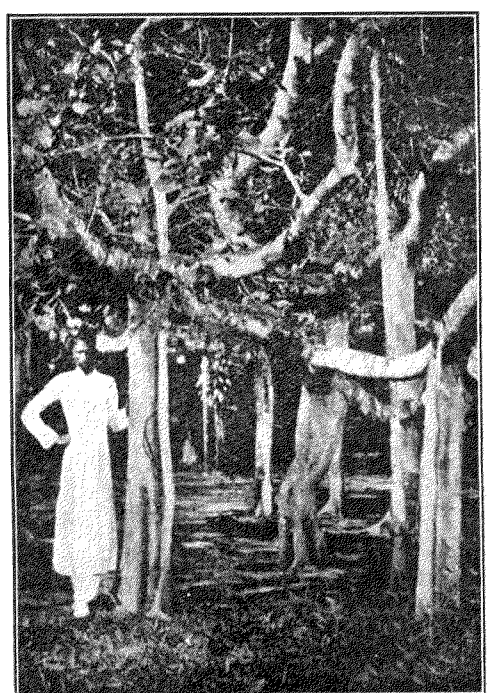
根向地心生長之運動可認為尋覓養料，在土壤中不利於前進之點，植物之

根常設法避去之。若根被有傷害，立時有一種刺



山毛櫸之根

廣布繁複分支之根系，為大喬木吸取充分水分與支拄其頂所不可缺之物。其根生於表土之中，稀生於三英尺之下。



印度大榕樹 (Ficus benghalensis)

在卡爾卡達有一大榕樹，其圓周有一千英尺。其枝生多數氣根，入土後乃長大如莖狀之柱，遠看之如一森林者，實乃一株樹也。

進之根尖行近含有大量營養鹽類之之地，立時折向該處進行，抵該處後乃發

達與環境適宜之吸收細胞。(克納 Kerner 植物自然史)

吾人已知根在植物向土壤吸收養料動作中之地位，植物生長之根所最易感受外來之刺激者厥爲根尖，其所表示感覺力之大之現象，極爲可驚，達爾文比根尖於下等動物之腦，曾有言曰：

若謂根之尖端具有此種之稟賦，能指揮與之切近之部分，不啻下等動物之腦，不得謂爲言之過甚。蓋腦亦不過居於身體前端之內部，受感覺器官之印象而指揮各種動作者耳。

但近代植物學家不取此種想像之言，而歸之於所謂之感應性。

植物之根穿入地底之土壤逐漸試往前進，行抵此處，趨遠彼處，幾於土壤之各部無不遍及。植物根之長度有時極大，克拉克 (C. Clark) 曾估計大黃瓜之根以其所分枝之長度計，不下二萬五千碼 (十四英里)，其言或不可盡信。

紫雲英之根，據云可深入土中至九英尺，但多種莠草根更較能深入。款冬花 (coltsfoot) 之根，生入二十英寸之深，在埃及與他處，金合歡之根長至二十英尺以上，因而能獲得其所需之水，蓋在此等處所，水層每在極深之處也。一年生之樹之根系，其全長每達十二碼。

達爾文示知若根在其尖端除去二十分之一英寸，再橫置之地面，彼不受地心

吸力之影響必向前直生，若先橫置數分鐘，再除去其末端，則數小時之後，根乃向下彎曲。彼乃得結論，以爲反應雖在根尖之後五分之一英寸生長最速之處舉行，感受地心吸力之影響者，厥惟根尖之末端，後日極巧之實驗亦證明其言之不誣。

植物之感應性

植物之感應性與動物略同（參看卷一第二篇第三十二頁）。植物之感受地心吸力，謂爲屈地性，但在飛蛾之撲燄，覺此光之刺激者，爲特種感覺器官之眼，促成其運動者，爲特種運動器官之筋肉，而聯續二者則有特種傳導器官之神經。根則無此項繁複與特別分工之構造，其感覺與傳導，皆藉普通之生活質，反應則由於上下兩面生長速率之變更，達爾文之比根尖於腦，蓋極有深意存焉。

後人頗有極慧敏之解說，以證明植物有一種最簡單之感覺器官，以感覺地心吸力，日光，與接觸，在一羣根尖內細胞中，有多數甚大之澱粉粒，堆積下部之細胞膜上。若根平置地面，則澱粉粒堆落旁邊之細胞膜上，在斯時乃居最下部位者，於是有人謂必澱粉粒落在真正之下部胞膜上，根始覺其平衡。若墜落旁邊之胞膜，則植物立覺其異，根乃往下彎曲，至澱粉粒回復其固有之位置，斯其平衡始得恢

復。吾人確知在數種甲殼動物所以保持其平衡，在利用耳中所藏同等之砂粒，在根中實驗方法甚難，但此學說雖不得謂為完全證明，然頗有可信之價值，可謂在此類特種之細胞中，吾人可見植物所有最近似之感覺器官也。

植物之根何故下垂而莖則向上伸長乎？對此問題吾人尙無確實之答案，僅可云其天性若是也。多數植物學家以為他日吾人對於生活質之複雜構造成分知之較詳後，或能以物理化學之理以解說之也。現在所有之學說，尙無實證，而科學家之想像有時距事實頗遠也。

六

卷鬚

植物之莖，能撐持衆葉於日光中，但在多種植物，一軟弱之枝，必須纏繞於強健之鄰樹上，始能乘載其葉之重量。纏繞之運動，在吾國如忍冬，蛇麻草，旋花等植物極為重要，蓋有此較彼懸鉤子之僅藉其刺以攀緣石上，與鵝草之藉其鉤以攀緣懸鉤子之上者為愈也。在熱帶大森林中，多有此項植物名為蔓藤，繞樹而生，或互相纏繞，造成一種不能透入之虬枝曲蔓，終乃達森林頂端之日光，以其所縊死之

樹之軀幹爲支柱。司蒂芬孫在其木人一詩中曾將此種生存競爭，以極靈活之筆寫出之。此種纏繞運動，亦如根尖之運動，係隨地心吸力爲轉移者。

有卷鬚之植物尙受一種影響，卽與硬物接觸是也。如蛇麻草之頂端，鬼櫻草 (bryonia) 馬鞭狀之卷鬚，常作圈形之運動。此種運動純粹出於自動不受外界之刺激，但若此卷鬚遇一枝一鐵線一葉或其他卷鬚，則爲此接觸所刺激，而引起距此所接觸較遠之一面爲更迅速之生長，斯乃向此物彎曲，當其彎曲時新部分繼續被接觸而受刺激，因而尖端全部皆緊纏支柱物之上。此後卷鬚之基部乃卷曲成一螺旋形彈簧，中部爲一二相反方向之扭轉，終乃長大而變爲木質。此彈簧能減輕風或動物經過時搖曳之力，因以免自支柱物上拽脫之。在其攀緣植物書中，達爾文曾細述鬼櫻草在大風暴中所得於卷鬚之效用，他種植物則每爲大風雨所摧傷也。

有卷鬚之植物較纏繞植物更宜於攀緣，後者以纏繞之故至減少其固有長度三分之一，且止能利用近於直立之支柱物。卷鬚則能纏繞任何直徑不過大之硬物，卷鬚代表植物某部分之得有新功用者。在麝香豌豆卷鬚爲頂端小葉所變，在數種巢菜則爲全葉所變，在數種熱帶之蘭科植物則爲根，在鬼櫻草則爲枝。

若吾人微微撫摩鬼櫻草卷鬚之下面，不久即見其反應。數分鐘之後，彼即向被接觸之方面彎曲，僅固體能引起其反應。微細之水流，暴雨之沖激，與半固體之膠質棍棒，不能引起其反應。此處為精密調處之佳例，蓋與雨點以反應，於植物一無所利，甚且奪去其攀緣正當支柱物之機會。卷鬚僅對於彼有利之物之接觸而起反應，茅膏菜之腺毛，彎曲緊抱掙扎之蠅，亦由於此種刺激，不過外加昆蟲之化學刺激，因而動作更加速而劇耳。

光與其他影響

幼苗初離種皮之保護，柔嫩而幼稚，立為其所至之世界中各種環境所影響。地心吸力非惟一之指揮主動者，根生長至與碎瓷片遇，受有微傷，乃趨避其受傷之來源，彼微接觸土壤之顆粒，而此接觸乃引起其前後微微運動，而從土壤中隙處摸索前進，及進行至一乾燥之處，乃屈向濕處。但莖條雖受土壤中此種種刺激，然至生出至空氣中時，復受光之指揮。

盡人皆知窗口之植物其莖條屈向日光，葉亦彎曲向前而平鋪之以獲取日光，日光能阻礙枝所受於地心吸力之影響，而為葉之運動主要之原因。其影響極其

繁複，蓋非地心吸力之比，其強度與方向刻刻變更也。植物反應有日光轉移之速者甚少，惟彼葉柄有關節之葉爲能之。故大多數之葉至已成熟時，其與光所成之位置常有一定也。

七

含羞草

含羞草爲一強健之灌木，平常在溫室中可高至數尺，每一秀美之葉有一葉柄關聯於莖部之上。此葉柄之頂端又有四小葉柄，各有兩行小葉，葉撐出莖上，小葉開張，若微搖此植物，葉柄立時下垂，小葉柄集合於一處，小葉向上閉合，全部綠色光障之架格乃完全傾倒。在天然狀況中，動物或暴雨每能引起同等之結果，其運動極速，數秒鐘之內卽能使此反應完竣，不久復有相反之動作，一刻鐘之後，此植物又恢復其原來之狀況。

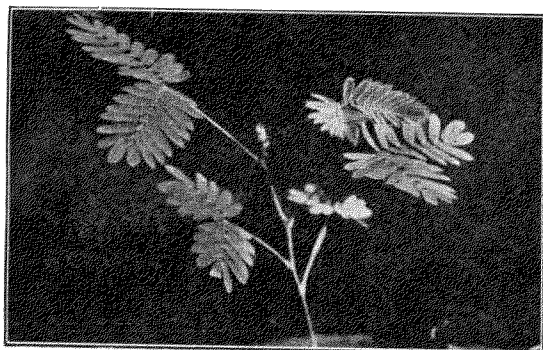
不必須劇烈之震動，僅須微觸葉柄關節之下半段，卽足使之下垂。稍後則小葉柄集合，再則小葉依次成對閉合，若燃燒頂端之小葉，其反應之順序乃與之相反。若以刀割其莖幹，則與之最近之葉起反應，再則次近之葉隨之，以次推至更遠之

葉。此震驚刺激繼續前進，其傳導之速率，約每秒鐘進行一英寸。此較動物神經系之傳導，慢至千分之一，然較植物普通所能發達者，則已速逾百倍。此運動之自身較吾人眼睫之開闔為慢，然比之於倒置之根向下彎曲則速矣。

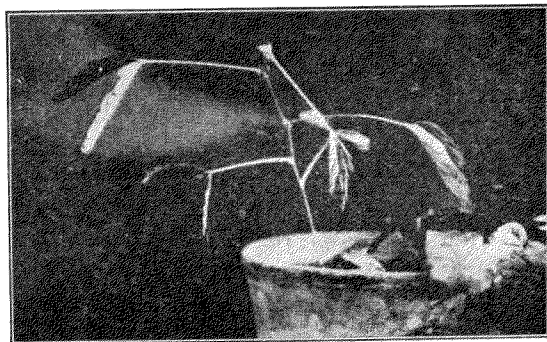
此種運動之性質，本與根莖之彎曲異。蓋賴葉柄關節下半部中之細胞內壓力驟然減縮所致，因之失其堅硬之性而傾倒也。此法能致迅速之下垂，且能使生長久已停止之後，尚能有此運動也。

植物對於此奇異之運動有何利用乎？有人謂迅速之下垂能震落微小蝕害其葉之昆蟲；有人謂植物如此可免暴雨風雷之損害；有人謂食草動物可因其牧草

含羞草 (*mimosa pudica*)



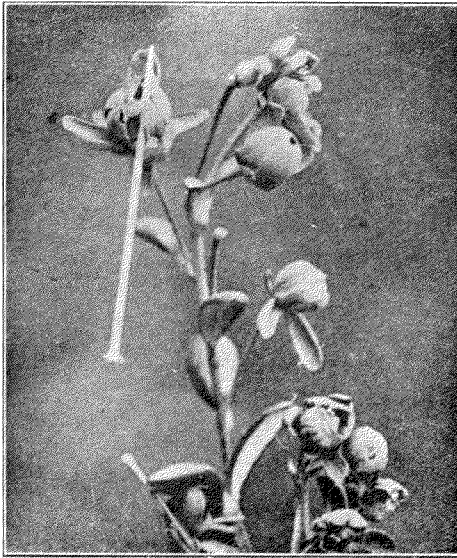
(1)當一葉之末端被觸或殺傷，所有之小葉立即收斂，再則其小葉柄墜落，最後則正葉柄墜落。不久則鄰近之葉亦照樣收斂，用力震撼或以燃著之火柴置諸葉下，皆可使葉收斂，此圖表示其葉在日間張開之狀。



(2)此圖表示其葉在夜間收斂之狀。一陣暴雨能在數秒鐘之內使葉收斂，圖片表示者為一幼苗。

地上陡然之變遷而驚；復於閉合後植物所呈多刺之形狀，而有所厭懼，此種種解說未足完全取信，蓋不能解明六七種其他植物所有之同等，但不如是活潑之葉之運動也。動物中嫌惡含羞草者，僅有山羊一種，乃非含羞草原產地南美洲固有之動物也。吾人且知繼續之運動，於植物反為有害，若一植物每日運動十二次，繼續至五星期之久，僅能生長至從未作此運動之植物之三分之一高度，其同化作用以之受損，但或因加以繼續之刺激，有以影響於其體質焉。在植物無寧冒不定之被食危險，而不取必然之生長阻滯乎？

在他例則震驚運動乃有顯著之效用，捕蠅草之葉，若微觸其靈敏之毛，立即閉合。在天然狀況中，此接觸乃由於不謹慎之昆蟲所致。彼將立被其葉所壓迫，溺斃而消化之，矢車菊小蕊之花絲，若以物觸之，立即收縮至百分之三十，結果則已散出花粉之花藥，往下收縮，向柱頭上之毛



小 槩 之 花

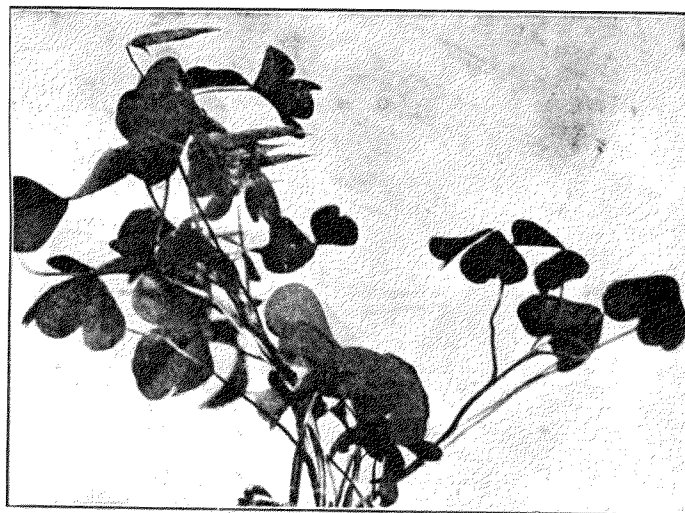
有多種花之小蕊被昆蟲接觸後能起運動。在小槩其小蕊緊貼舟狀花瓣之上。若一觸其花絲，小蕊即陡然彎曲向子房。此圖表示其夾住一觸彼之針，若一昆蟲觸之，即為花粉布滿矣。

刷扯過，使花粉掃出暴露於外，以便昆蟲攜往他花。罌草兩裂之柱頭，能將花粉合閉之。此例以及其他之例，皆足證明運動有生理之利益也。

植物睡眠乎？

黃昏之後，紫雲英之三小葉乃向上閉合，雛菊之花亦收斂，鬱金香之花重變為蕊，酢漿草之葉亦下垂而閉合，植物蓋真能睡眠者。睡眠一名詞，用之已久，但不甚妥貼，蓋此種運動與動物之睡眠，絕無關係。蓋植物既無所謂疲勞，亦無所謂休息，蓋實為一種積極之運動，而非頹放之表現也。惟表面上夜已至時，乃有此放弛之現象，頗似動物之真正放弛，與倦眼之下垂耳。

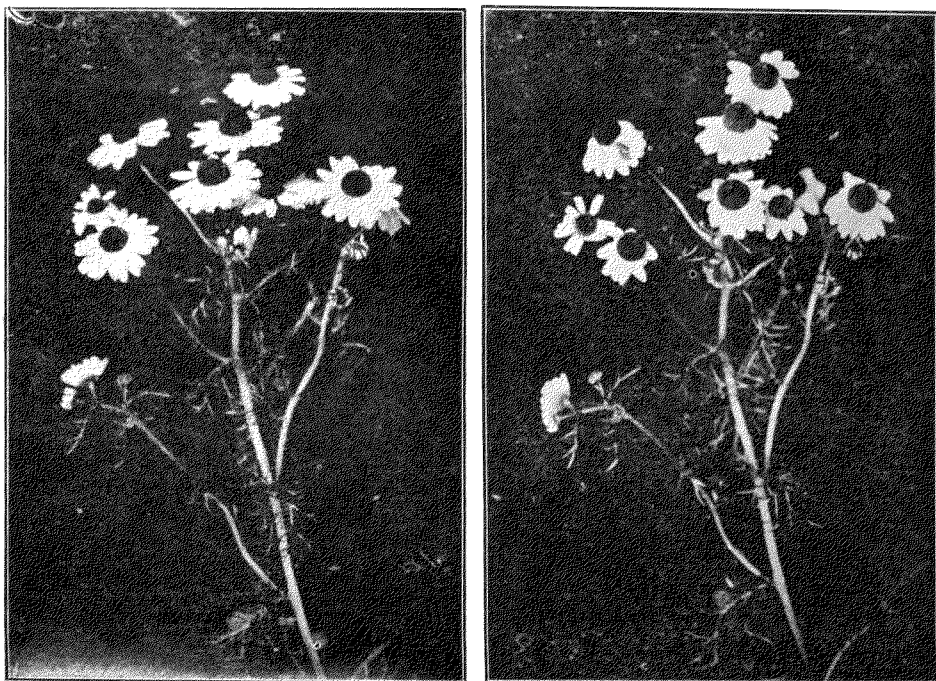
鬱金香之花一如番紅花，當空氣漸涼時乃收斂，在日光之暖氣中乃重開，若以



酢漿草 (oxalis)

其葉在“睡眠”位置中。其葉夜間收斂，因而可減少寒冷之害。但在極烈之日光中亦收斂，於是可免過熱之害。除此等最顯著之運動外，其小葉常為不規則之輕微運動。若劇烈搖撼之，其葉亦收斂。

人工將溫度更換升降之，可使其花於一日中開闔數次，雛菊與金盞草之花亦在日光中開放，而合於暗處。夜紫羅蘭之花則在暗處開放，而於日光中閉合，金盞草之花可使其在二十四小時內開合三次，若有相當之光射之，可使之於夜間開放，日間收斂。但其情形較鬱金香爲複雜，蓋若繼續置之暗處，則仍按日夜常時而開斂，雖一花初在暗中開放而繼續置之暗處，從未有每日變遷之經驗者，亦能按期開合也。



野甘菊花 (*matricaria chamomilla*) 之枝

左圖爲日中時所攝，表示花序之平列；右圖爲下午六點鐘所攝，表示其舌狀花之下翻。多數之花至晚間收斂爲蕾，但甘菊則將舌狀花向外翻，其用處不明顯，或爲平常花開張運動過甚之結果，或亦有命意所在也。

至葉之運動，則由於自光處遷至暗處而起，但若將葉繼續置之光處或暗處，亦能有開合之運動。赤花豆可用種子在暗處與不變遷之溫度中萌發生長，在此種情況中，葉仍日開夜合云。

在此數例，可見植物自有一種周期性之運動，與外境日光與溫度之變遷無關。但此時變遷，能增重每日故常之動作，有周期性之運動，為誘起運動之餘波，但在自種子發生之赤花豆與在繼續黑暗之中開花之金盞草，則非得用此以解說之者。或大氣中電象日夜有所變遷，因而影響於植物，但周期性之遺傳亦有關係也。

此類睡眠運動之命意，尙未有確當之解釋。達爾文曾試為證明在清明寒涼之夜，植物可避免逾量之熱之輻射。其他研究者，則謂可用以避免露之聚集，在陰濕氣候中花之閉合可免花粉為雨所殘害，但皆不得謂為定論也。

八

植物之自衛

即在上文最短之考察中，已見在植物界中有限之運動能力，頗為廣布。其感應性尤為重要，蓋有其助力，植物始能排列其器官以求最適合於環境。葉莖根最後

之位置，爲在植物生長期中各種影響平衡反應之結果。但運動之能事，平常皆有限而和緩，祇根於排列固定生物之器官，活潑之運動惟動物界爲有之。其最近於動物運動者，或爲印度恆河平原之旗報草 (*desmodium gyrans*)，其小葉能繼續作圈形之運動，但尙無人知此植物何故如此忙碌也。

吾人曾言植物之生活與動物之生活略同，其須自衛以抵抗其天然之仇敵亦與動物同。

多種動物純以植物爲食料，然植物中頗有極不願被食者，於是乃不得不有相當自衛之方法。否則食草動物自身亦有不和，蓋不久其藉以生存之植物將絕迹地上矣。植物抵抗方法之一種，卽爲毒質與致腐爛之液汁，其爲效頗大，但每每對於一種動物有毒者，他種動物乃能食之。如龍葵之葉爲一種小鞘翼蟲最重要之食物，但爲較大之食芻動物之劇毒。

吾人尙不知食芻動物何以能辨有毒與無毒之植物，多種植物有特種吾人所憎惡之臭味。別種植物人類嗅覺神經對之若無臭味者，或動物之嗅覺乃能辨之，野動物或以色香味辨別危險之植物。

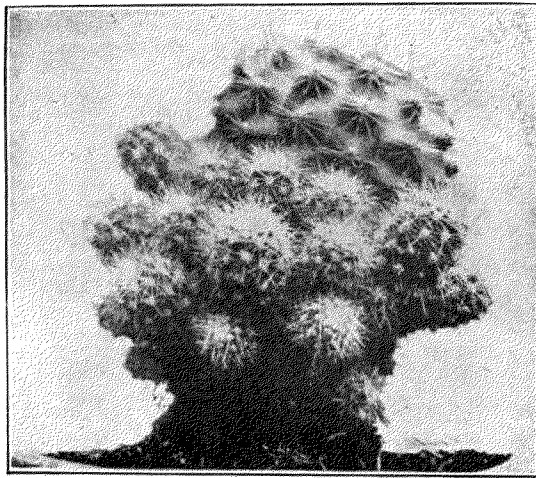
葶麻等植物之葉有刺毛或剛毛以抵抗大食草動物之侵害，刺毛尤爲重要。若

刺入皮膚之內，即將自傷口注入一種毒質，引起極痛楚若燃燒之感覺。

在仙人掌一流之植物，其武器之種類甚多。單獨一種有時生有三四種武器，彼有大刺與小剛毛，或長或短，或肥或瘦，或有結，或光滑，或尖端平直，或有倒刺，形狀



玫瑰花與懸鉤子之刺之供兩用
其刺之銳利可保護植物使不為動物所齧。又可助其蔓延之
枝攀緣於支柱物之上，使不滑落。



仙人球 (mammillaria)
仙人掌仙人球等植物，生於美洲乾旱地方。其刺為毛所變，
供防禦動物侵害之用。

種種不一，植物平常皆有針，刺等物以自衛。

有數種花之蜜汁，能使蜜蜂酣醉，蜜蜂亦習而嗜之。艾麗阿德教授 (Prof. Scott Elliott) 在其所著之今日之植物學中，記載一最著名有關節之唇之蘭類云：

當彼昆蟲不經意走入此花經過其唇時，突被推之向前，投入液汁之中，迨彼掙扎爬出時，其翼盡濕，而不知不覺將花粉攜去，因以達傳粉作用。此事并無所謂殘酷之理存，蓋昆蟲仍須再入他花，並不受若何之害也。

九

植物生殖之方法

在春初暖和天氣將至，生長怒發時，植物極能引人注目。吾人歡迎雪滴花，燕來花與紫堇純潔之色，然尤歡迎怒發之枝葉滿布大地以百十等差之綠色也。樹木於此時開展其枝葉，根莖與球莖則由土壤中茁出新條，此類植物在其每年休息之後，重行入一活動之時期，同時百千萬幼苗齊由種子中萌發成新植物，於此可見一完全之新動機，在前此秋冬兩季生殖作用之結果，至是乃發達為新個體焉。（參觀卷四第三十三篇四季之生物學）

花之意義

種子——核果之仁，蘋果之核——產自果實，果實乃花之終局，故在高等植物

中，花爲生殖最重要之器官。

花爲何物乎？若吾人觀察一毛茛或一小燕來花，當見外方有一輪五個綠色萼片，合名爲花萼，花萼者，在含苞時代供保護內部嫩弱部分，以後則保護完全開放之花之用。再則爲鮮黃色花瓣所成之花冠，在花冠之內爲多數小蕊，各有一柄謂之爲花絲，上有一膨大之藥，藥中所含者爲花粉。在最中心有多數小綠色顆粒，是爲心皮，每心皮中有一胚珠（將來之種子）含有一卵細胞。

此各部分之形狀，顏色，數目，排列，在各種花中差別甚大。有花植物之分類，多以花之性質爲根據。在多種花中，有數部分缺乏或形狀大變，在鬱金香其花萼與花冠同具鮮麗之色，其三個心皮乃連合爲一子房，含有多數胚珠。在罌粟花，指頂花等多種花，心皮皆合爲一子房。在禾本科植物，花萼與花冠皆缺乏，或爲細微之鱗片，保護之作用乃由細微之苞片任之，此苞片即爲類似於秋牡丹下之三苞片者也。在榛樹有一類花但有小蕊，集合爲一金黃色下垂之穗，又有一類花僅有大蕊，集合成一羣芽狀體，每一芽狀體之頂端有一叢紅色之絲狀物，在柳樹此兩類花各生於一株樹之上。

種子之秘密

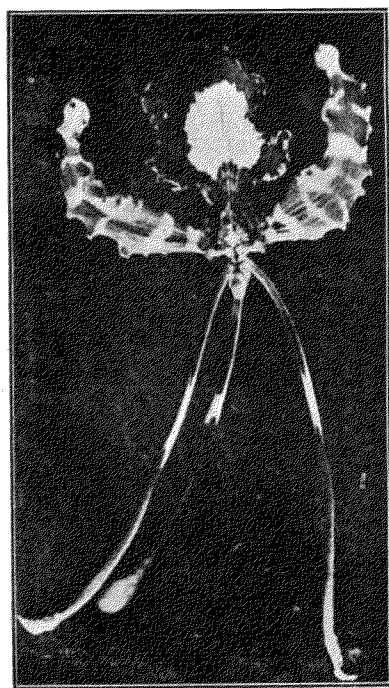
在胚珠能發達爲種子之先，其所含卵細胞，必須由花粉粒與之授精；花粉粒墜落於柱頭之上，柱頭爲一潮潤承受之表面，有時載於長花絲之上，如紫蘇是；有時無蒂著生子房之上如鬱金香是；花粉粒萌發成一小管，侵入花柱與子房之組織以達胚珠。在此受精作用之前，先有一甚長而繁複豫備之方法，在胚珠中先有一單獨大細胞，是爲胚囊；中含有少數細胞，其中有兩個最爲重要，兩個之一乃卵細胞，或雌性生殖體。

萌發之花粉粒，有三個細胞核，其一爲雄性生殖體，或謂之雄精。當花粉管達到胚珠時，卽攜其所有物至胚囊，雄精與卵胞乃合而爲一。在每一精子中，皆含有其一親之遺傳性，精子連合之結果所成之受精卵，含有使新個體發達時具有其族類之性質之主因之全部。彼卵胞受有受精作用之刺激後，起首分裂，發達成一具有一根一莖芽與二葉之胚，此各部分在浸透之菜豆或豌豆中極易觀察之，發達至此程度卽行中止。種子成熟時，其嫩組織乃漸漸乾燥，是爲休眠時代。至是乃散布於外，高等植物亦如高等動物，產生其幼兒，蓋真爲胎生生物也。

花何故具有美色

於是吾人知子房者爲含有雌性生殖體之器官，種子在其中成熟。小蕊則產生授精之花粉粒，花萼供保護之用。但吾人尙未言明花冠之功用；而在吾人美術之官感，則殊覺其爲花之要素，使之具有顯著之形狀顏色，有時且與以芳香甘味者也。彼蜜腺在數種花中，嘗附生於花冠之上，惟在他花中則生於大蕊小蕊之間焉。花之形狀，尤以花冠爲甚，於傳粉作用有密切之關係，藉彼之力始得將小蕊之花粉傳至柱頭之上。

吾人於是乃明悉花爲設法以達到傳粉作用之構造，雖花之四部分各有其名，形狀與功用，然皆有基本上共同之性質，蓋彼皆爲葉，變成各種形狀，連合以達植物主要之目的，卽爲產生種子以發達爲新植物，而於翌年再行開花結實也。所有花中各部分形狀地位之異點，所以使各種花具有其特種個性者，皆可歸納於在受精之先，所以達到傳粉作



蝴蝶蘭 (Oncidium papilio)

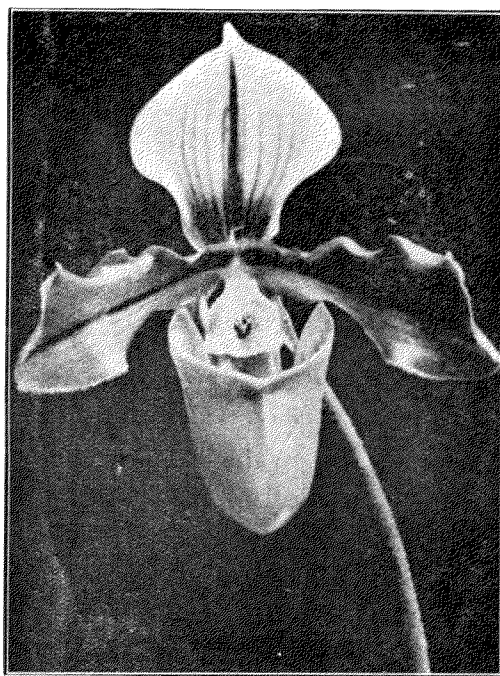
此蘭之花代表花瓣最精美之構造。此種西印度蘭花極似一蝴蝶，亦如英國之蜂蘭，每至將具一駭走。結果則每每不得昆蟲爲之傳粉而無從結實，此處之效形務無效用。

用之各種方法焉。

但雖自全體觀之，美麗之花之差別，與昆蟲種類之差別或各種昆蟲傳粉方法之差別相契合，然非謂惟昆蟲爲能傳粉也。在熱帶中多種之花，可由蜂雀傳粉，有數種吾邦所產之植物，如金色虎耳草，則由蚰蜒傳粉，水生植物如海中之蘆藻，淡水中之眼子菜等植物，則有浮水之花粉粒。此類數目固甚少，但與蟲媒植物以數目對抗者，則有具有極不顯著之花之植物，如樹木牧草等，皆藉風力以傳粉者也。食物之供給固爲花引誘昆蟲以實惠之方法，色與香卽爲引導昆蟲以揀擇其特種供給之來源者也。金雀花之金色磨旄，野紫蘇野薄荷石南科灌木之紫燄，葵花或金盞花黃色之頭狀花，籬胡荽與山楂之一片白色，皆廣告內有佳饌之標記也。究竟昆蟲是否能辨別各種顏色尙是疑問，蓋辨別色之本質於其反射光之程度頗非易事也。在吾人官感，自以色爲花最重要之性質，但在昆蟲或以臭味爲重要也。吾人知昆蟲能辨別吾人不能辨之臭味，或者吾人粗鈍之嗅覺所不能辨別之各種臭味之差別，昆蟲乃能辨之焉。

色與香固爲引誘昆蟲之指導，花之構造則所以限定何種昆蟲有利於某特種之花，且每每限制其聚集花上之情形者也。故如籬胡荽之花，其蜜汁暴露於外，使

蠅類及其他短喙之昆蟲，皆能取得之。其盛蜜汁之杯甚淺，大眾皆能取飲，蠅類乃翱翔其花序間以傳播花粉，至在野紫蘇則蜜汁深藏於長花冠管底，僅長喙之蜜蜂為能吸取之，且必須有一定方法以鑽入花之內部。花之下唇為蜂駐足之所，立定後乃以首及胸鑽入花冠之喉部，於是乃與有樞軸棍桿狀之二小蕊下部相抵觸，因而致小蕊之上部彎曲著蜂之背，而糝著蜂背一限定地點以花粉。當此蜂再至較老之他花時，其先觸著者為分叉之柱頭，柱頭在此時代乃突出於帽形上唇之外，於是此花之花粉乃傳至彼花之柱頭。在野紫蘇一類之花，傳粉作用必須經此有定之完善方法，始能達到。故細小之蠅類不能觸動小蕊之機括，故於植物無效用。植物且在花冠頸部之半，生一圈硬毛，以阻止蠅類吸取其蜜汁焉。

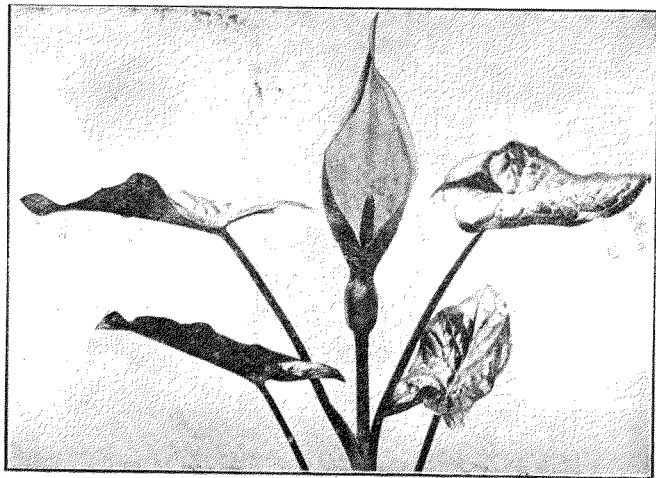


老虎七蘭又名婦人睡鞋蘭
(*Cypripedium insigne*)

花之唇瓣即為「睡鞋。」昆蟲如蜂等一入其中，必須用一特別方法方能出外，必須先接觸柱頭，後接觸花粉，因而達異花傳粉之目的。花有種種方法使昆蟲為之效此種之勞焉。

此種精密之構造，惟最繁複之花如野紫蘇，蘭科植物，柳穿魚，金雀花等具有兩半之均勢者爲有之。此種構造能使肥重之昆蟲得一駐足之所，且使昆蟲祇能從一方面鑽入花冠之內部，此種體合蓋以促成異花交配目的之得達，而於種子之數量與品質皆有裨益者也。蟲媒花顏色不必盡鮮麗，如杜鵑芋 (*Arum maculatum*) 之花，卽以臭如死屍之臭味，或其花軸頂端之棒之暗紫色引誘逐臭之蠅類者；蠅類入花後，卽被困於大蕊花間佛焰苞基部一圈小蕊所變之毛中。至小蕊花成熟時，上說之毛乃乾萎，而將蠅類釋放，其身上遍糝有花粉，乃逃入他花中。

世間亦有果品如香蕉等不必受粉始結實，甚且如懸鉤子，山柳菊等植物不必有有性生殖，種子可不由受精而產出之，平常則結實產種子皆須先受粉也。有時生長一種植物於外國，須用人工爲之傳



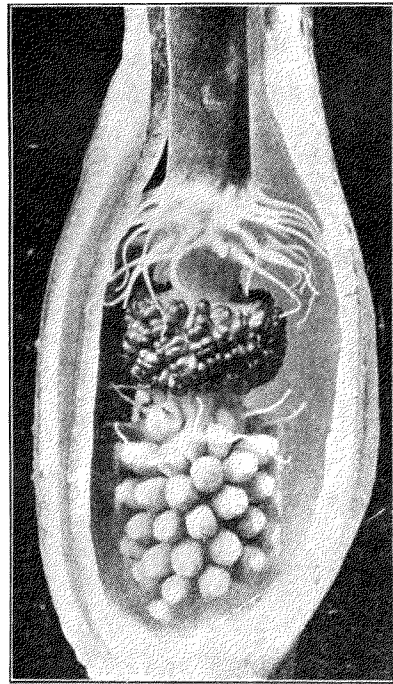
杜鵑芋 (*Arum maculatum*)

其花隱於一大綠色之佛焰內，在佛焰口內可見花軸棒形之末端。此棒之淡黃色與惡臭能引誘蠅類。其根可用以造成一種細澱粉，但極難除去其毒汁。

粉，在英國園中或溫室中之骨髓豆與桃樹，皆須用手爲之傳粉，紅紫雲英在新西蘭當未經輸入其身體合之野蜂時，皆不能結實焉。

風之傳粉

在風媒植物，其體合則另取一途徑。其花粉作灰塵狀，產出之量極巨，蓋花粉粒在空氣中達到其本種植物花之柱頭之機會頗少也。花粉粒平常皆甚小而輕，在松樹之花粉，則有二氣囊，尤利於飛翔空中，顯著之花冠至是乃無用，甚且爲障礙物。蓋能承接飛翔之花粉，使之不能達到柱頭之上，故花冠幾完全消滅。風媒花平常皆細小不顯著者也，小蕊生於極細之花絲之上，下垂於花外，顫動於空中，每一陣微風經過，即震盪不已，柱頭亦露出於外——榛之赤色絲狀體，車前子之羽狀物，禾本科植物之毛刷狀物——簸盪於空中以獵取飛翔之花粉。



杜 鵑 芋

佛燄之一部割去表示內部之小花，其大蕊花生於下部，在小蕊花之前成熟。小蠅入佛燄之下部，乃爲上部一小蕊所變之毛阻不得出。至能生殖之小蕊發散花粉後，毛始枯萎，蠅乃逃去，而將花粉帶至他花。

異花交配之目的，每藉大小蕊花分生於不同之植物上以達之，有如白楊，或小蕊與柱頭不同時成熟，有如各種牧草與車前子。

異花交配之意義

異花交配在天演進步中極爲重要，蓋藉此可將一種植物各個體所呈之新性質更番連合，庶以產出無量數之新品種以供天擇之淘汰。在天然狀況與在園圃中同，用雜交之方法，可使天演之進步加速，且異花交配，常能產強健之子胤，最著者爲玉蜀黍，達爾文之報春花，亦其一例也。但此現象多由於遺傳性更換排列，非由於所必需之刺激世間固有多種植物不需異花交配，復有多種於不能達到異花交配之目的時，亦能勉爲自花交配也。

香紫堇在葉間秋季所成熟充滿有種子之蒴果，非產自春間所放之花，雖其花利於昆蟲之傳粉，但不知何故昆蟲極少趨之者。彼乃產自藏於葉間之小花，此種花形如小芽，從不開放，其柱頭取得本花小蕊所產之花粉以受精。

種子之重要

種子平常皆認爲有花植物生殖體，但若據上文所述之方法，則知真正之生殖體爲卵細胞與雄精，當卵細胞受精於精子細胞後，新個體乃肇始，所有以後之事件，皆新個體發達之步驟，種子不過爲一時期，至是發達乃暫行停止。

造成種子時生機之潛伏，有兩種功用，一爲豫備一休眠時期，一爲豫備傳播之用。柔弱之枝葉，不能禁受極端之氣候，無論爲北方冬令之嚴寒，或爲乾旱區域長期之旱暵，皆非枝葉所能禦。常綠植物之葉，固能生存於冬季，但闊葉樹多半落葉，僅留裸露之枝於風暴之中。草本植物則死去，餘留根莖行莖球莖等深埋於土壤之中以度嚴寒。但種子爲植物生活史中最奇特之休眠時代，以乾燥之故，其生活之活動，減至於最低度，其細密之種皮與之以保護，能抵抗遠在嚴冬所有之溫度以下之酷寒，亦能抵抗甚高之熱度。多種種子能保全其生命至數十年之久，種子能延續植物以度過最不適宜之環境，在多數植物，此爲惟一之休眠與有抵抗力之時代。

同時一種族中個體之傳播，亦爲最重要之功用。植物在萌發之後，即固定於土壤，惟在此時代乃能有飛行之機會，此成熟之種子，所以自母體中散布於外也。

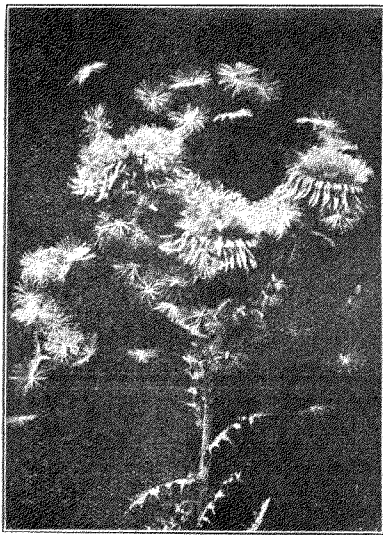
植物之旅行

植物有多種旅行之方法，當金雀花之莢果成熟時，其將乾燥之組織收縮之速度不同，內部乃生一種張力，至一有定時期，平常每在日光甚烈之時，其莢之兩半連合處乃裂開，於是作一微響，卷爲兩螺旋體，將種子射出於數尺之外，其距離固不甚遠，但已能免若種子直下墜落於本叢之下萌發時之擁擠。同時馬蟻爲食其小橙黃色之油脂體之故，乃將其輸至他處，此則能運至甚遠之處，若埋於蟻塚中不過深，則其得較佳萌發之機會，且可增加。

多種植物賴動物以傳播其種子，鵝草之刺果，爲一被有倒鉤刺之乾果，常附著於經過之羊與兔之毛中，水鳥自一沼地飛至他沼地時，蹣跚之上帶有泥土，其中或有五六種植物之種子，但最宜於動物傳播者乃爲肉果，其美色既可引誘動物之來，其肉質又可供動物食料，此類果如蘋果，櫻桃，鵝莓等之種子，皆有硬殼爲之保護，可由動物食道中經過而不爲所消化。同時萌發之幼苗且受有動物排泄物之利益，畫眉食柏寄生之漿果，而擦去其喙上之種子於其所立足之枝上，當種子上之黏液乾燥時，種子即固著其上，第二年春間即在其所需要之地位萌發。

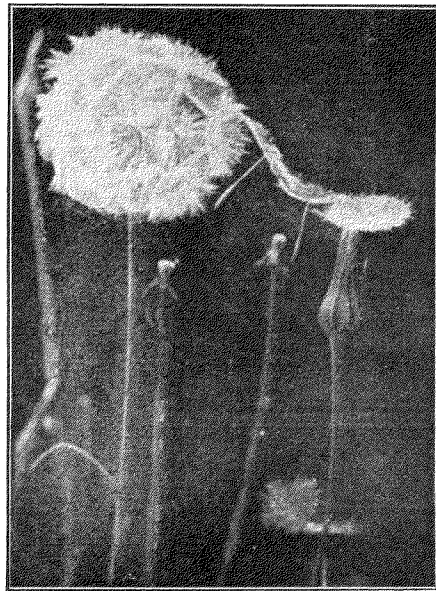
風與水之流動，能將種子攜往甚遠之處。達爾文示知多種種子每浮於海水之中數星期之久，仍能萌發。在熱帶地方海濱紅樹(mangrove)之沼澤，皆藉洋流以傳播推廣者。內地植物之種子當順河流冲下時，或藏於枝幹之罅隙中，漂過大洋而殖民於新大陸焉。

槭樹，松樹，秦皮樹種子之翼，可使種子迴翔於空中乘風之力以達於甚遠之處所。功用尤大者厥為蒲公英，果上，柳樹，棉花，柳葉菜，種子上之毛。劉寄奴之輕微種子祇須有極微弱之氣流，即能使之浮於空中。有人云日光所引起空氣之旋流，搏於種毛之上，復使周圍之空氣增加熱



加寧薊 (carline thistle)

薊族植物之優勝，在其種子傳布方法之利便。極微之風即能使其果毛飛騰而傳至遠處。



羊鬚花 (Tragopogon pratensis)

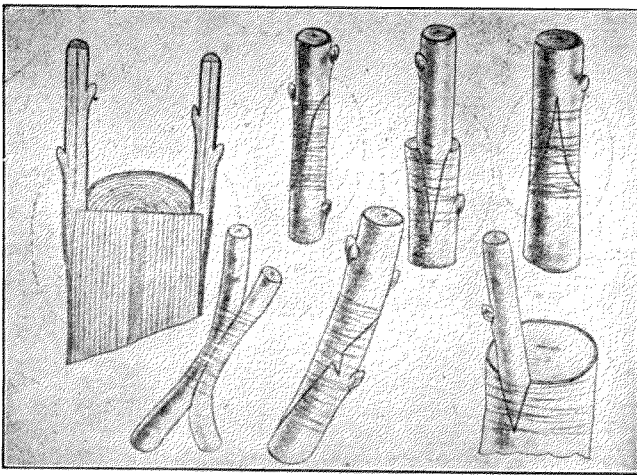
圖中可見兩種子狀之果，藉其硬毛所成之羽蓋以浮於空中。此花在日中時收斂。

度，即在十分靜寂之空氣中，亦能使之上升焉。

植物之隨風與水飄流者，散布之廣，尤不待言。漂浮於緩流中與附著水鳥毛羽上之浮萍，全世界皆產之。劉寄奴一屬植物共有二千種，最初發源之地，乃在玻里菲亞之安得斯山，彼一路發生新種，循此大山脈前進直至遍布於世界，此等旅行，有以使瑪可波羅與德露潔望塵莫及也。

營養體繁殖

園丁之繁殖植物常不用種子而另有他法，彼可插枝或插葉，接枝或接芽。插枝所以能成功者，由於割處易於生根之故，再細究之，則由於植物器官完成之不周密，而分離之部各能獨立生存也。在接枝則尚須加以能與砧木之組織連合之一種能力，此非真正之生殖，蓋無由受精卵胞而起之新有機也，吾人可稱之為營養體繁殖。



接枝之方法

兩枝之形成層，能連合為一之事實，遂使接枝之法得以成立。用此法吾人可使佳良花果生於強健砧木上，以取得充分之水分與鹽。

在天然狀況中，與此同等之方法亦嘗見之。在接骨草與翻白草，其行莖生根發達成新植物，終則其相連之一段死去，而與母體分離。蕨類，秋牡丹，蔓根草 (gouch grass) 之根莖分枝，每枝即為一新植物，球莖與塊莖，如綿棗兒燕來花等萌生幼植物。水生植物分枝極繁，一遇斷裂，即獨立生活。一八四〇年之頃由美洲所輸入英國兩三處地方之水紫蘇 (waterhyme)，現已遍布全國，有時在各地且為航行之大障礙。此植物大蕊小蕊花異株，輸入英國者僅為大蕊花植物，八十年之中未結一實，其巨量之繁殖皆藉營養體以為之也。

此類植物似完全不需有性生殖之方法，究竟是否能永遠如此繁殖，抑為生活力繼續之故，有時尚須有性生殖為之補助，吾人現尚不知，但重要食用植物，如香



樹木外科術

近日之樹木外科醫將樹木之腐爛部分剝去，因而延長有價值之樹木之壽命。剝去之後乃以殺菌劑與水洗之，而實之以水門汀泥。其所以能用此法者，由於樹身中大部分之木材無輸導水分之能力，若樹幹堅固，去之殊無害也。腐爛之木除去，可免腐爛區域之擴充。

蕉，用營養體繁殖至數百千甚或數千年之久，可謂異事矣。

下等植物之生殖

下等植物之生殖方法，與有花植物不同。球果植物如紅豆杉、松樹、樅、香樅、檜樹種子不爲果所包圍，其胚珠裸露於球果鱗片之上，卽紅豆杉之漿果，亦不過一肉質之托，僅包圍種子之下部。

再低一級，在生存之植物中，則有蕨類植物，包有木賊、草石松等，此支植物不產種子。

在蕨之葉背，吾人可見多數微小之孢子囊叢，每一孢子囊中含有多數孢子，一孢子爲一單獨細胞之生殖體，當孢子萌發時所產出者非蕨而爲一綠色原葉體，長僅四分之一英寸。在原葉體之下面，乃產生卵細胞與精子等生殖器官，精子有顫毛，在表面之薄水層中顫動前進，以達到卵細胞而授精。受精之卵乃發達成一新蕨，蓋蕨之一單獨生活史必分爲兩時期，一爲有性之原葉體，一爲無性而產孢子之蕨植物，是爲交替之兩世代，彼天演史之旁支苔蘚植物亦有同等之現象。平常所見之青苔，爲有性世代，彼寄生其母體上之孢囊則爲產孢子者，在苔與蕨，其

休眠時代皆爲孢子。

十一

植物界天演之正支，係自蕨類植物以達於有花植物，於此逐漸演進各種植物器官，以求適合於一潮潤土壤乾燥空氣之生活，如吸收根毛，根，導水組織，吸光之葉，與支撐葉於空中分枝之莖，生殖之方法亦逐漸變遷，直至最後有花植物之一時期，原有之情形，幾不可辨。植物完全自其所導源之環境脫離（意指水譯者註，）受精之先須受粉，逐漸因受昆蟲之影響，造成今日吾人所知之花。

葉之脫落

有一類植物爲一年生，他類則爲多年生，一年生植物開花結子之後，即枯萎而死，多年生植物則能生活數年之久，在此類植物與喬木或灌木，所儲藏之澱粉脂肪等養料，皆以供來年春季發生新葉之用。百合洋蔥存儲其夏間所聚積之養料於球莖中，他種植物則儲藏養料於地下之塊莖或塊根中，吾人可以討論植物一年之活動終了時所常有之落葉現象，結束此生活植物之研究。湯姆生教授 (Prof.

J. Arthur Thomson) 在其所著之自然史之研究書中有一節論之最詳。

植物之生活有如海潮，在春間則潮大漲，表示於外者爲莖之怒發，葉之葱蘢。至夏間則已達最高之水標，羣花競開，萬蕾爭放。至秋令則潮漸落，滿枝垂有纍纍之果實，多量之種子，寶藏之以供來年春間之用。可云此潮之各時期皆有其特種之顏色，金黃與嫩綠爲早春之色，橙黃，赤紫爲夏令羣花之豔彩，至秋令則如火如荼之霜紅，豔麗乃超越春夏花葉之上，所謂「霜葉紅如二月花」是也。平常潮落時，夕陽返照蔚藍之水上，呈金碧錯雜之天孫雲錦狀，亦如植物之有秋葉焉。

在全夏季間，植物之葉，曾爲極繁重之工作，其繁重常出於吾人理想之外。憑藉日光之補助，造成多量之糖與更複雜之炭素化合物，存儲於植物之各部。至秋間則生機漸停，液汁之運輸極少，葉乃漸死。其死也半由於夏間工作之勞頓，如蜜蜂然，半亦由於環境之改變。且爲植物自身計，葉死亦佳，否則其所作事之功，且將由彼自身以毀壞之也。

但在葉就死之先，彼先須將其所造成之養料，盡量輸入植物體中，在冬令尙未交時，葉中時有糖類及其他貴重養料輸入莖部。

至是葉已死去，蓋已盡室而行，所賸餘者不過火爐中之餘灰，然此餘灰乃有如此之美色，或黃或橙黃，或紅或紫，如燒空，如爛錦，所以使就槁之秋葉得名者也。黃色由於葉綠素分解之故，較美麗之色則由於別種之色質，為葉之勤勞生活之副產物或排泄物。

最終則葉離樹而墜落，或久久搖曳於枝頭，若不忍遽別者，終乃為風所吹落，回旋而墜於地上，但樹毫不受此每年落葉之害，而葉則變色破碎，為菌所侵蝕，蚯蚓所瘞埋，再加以細菌之助力，以變為腐植質，而供來年幼苗之用。

參考書

- Bose, *Life Movements in Plants.*
Bower, *Botany of the Living Plant and Plant Life on Land.*
Darwin, *Insectivorous Plants and Movements and Habits of Climbing Plants.*
Farmer, *Plant Life*
Geddes, *Chapters in Modern Botany.*
Harvey-Gibson, *Outlines of the History of Botany.*
Herrick, *Wonders of Plant Life.*

Jones and Rayner, *Plant Biology*.

Kerner and Oliver, *Natural History of Plants*.

Miller, *Fertilization of Flowers* (translated by D'Arcy Thompson).

Scott, *Evolution of Plants*.

Timiriazeff, *The Life of the Plant*.

第十篇 生物之相互關係

國立東南大學植物學教授 錢崇澍譯
美國意大利諾大學學士

自然之平衡——寄生物之特殊性習

多數博物學家有『生命之網』(the web of life)之觀念，但無有如達爾文之真切者。此觀念爲其活動自然界畫本之中心點。『生命之網』云者，乃謂無一生物能自生自死；每一生命無不與他生命有連帶之關係。哲學家洛克(Locke)曾云：萬物皆爲大自然系統中他部分所保留。

自然之平衡

吾人已知綠色植物，用空氣，水，與溶解之鹽類爲食物，及利用日光之能力，在葉內之製造所，造成炭水化合物矣；各種動物皆仰給此種產物以生存，草食動物直接倚賴之，肉食者則間接倚賴之。凡肉皆草之一語，於生物學上有深義焉。此爲自然平衡之一例，蓋一地面必須有充量植物材料，始能使動物生存無礙也。

自然平衡之又一例，爲氧與二氧化碳之關係。僅少數人知空氣中之氧，爲綠色植物所造成，綠色植物於日光中常分解二氧化碳及發放氧氣於空氣中。此氧氣爲動植物所用，使體中含炭之物質常得氧化與燃燒。

營養之相互關係

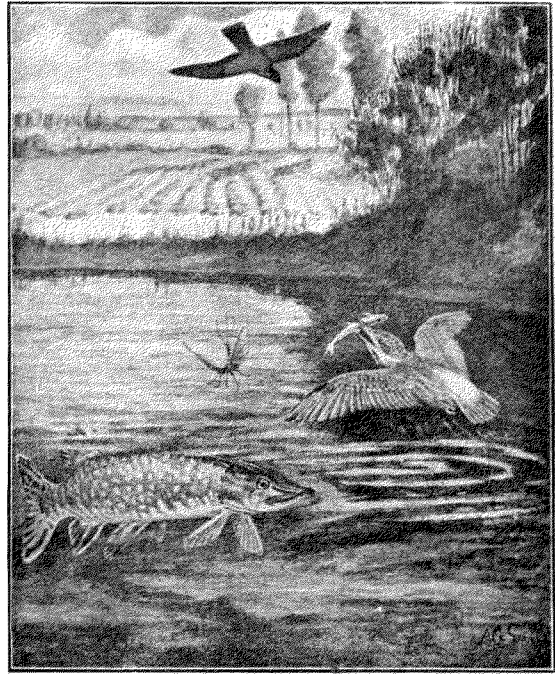
營養之相互關係，爲活動自然界系統中所包含之一事，一生物常仰給他生物以生存。動物食植物，或食他種動物，有時食動植物之產品，如落葉蜂蜜等是。物質常由一形體運行至他形體，周流繼續而不息，此任舉何例而確者也。血肉循環之變化至無窮盡，鱈魚吞油螺，油螺噬海蟲，海蟲又食游行於水中之微生物。一車之蕨，傾入於湖；細菌即腐敗分解之爲簡單之物質；此種細菌及物質乃轉爲無數滴蟲之食料，較小之介類復捕滴蟲而食之，



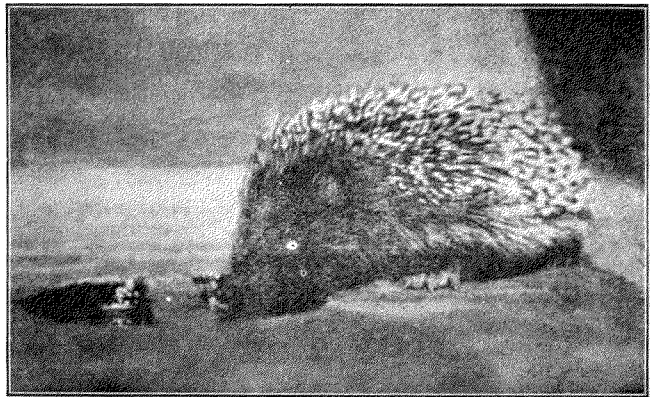
蜜蜂身上分枝之毛與毛間之花粉粒

蜜蜂飛集於花時，花粉粒即黏附於蜂身，蜂用之爲食物，並常儲藏之於蜂房中特別花粉桶中。當蜂採花粉時常帶一種花之花粉，至同種之他花，故傳粉作用以成。

鱒魚則又隨介類之後。此等營養相互之關係，於實用上極為重要也。最不顯著之植物或動物，於自然經濟上極為重要，即吾人所謂生命平衡者也。蚯蚓非在自然界之關係上，常視為不足輕重之物乎？然其重要可考察而知，如無蚯蚓，則植物之生長將遠遜於今日。觀下述之數語，可知懷脫(Gilbert White, 1771)



此圖可以表示種類不息之競爭。一蠅輕飛於河中之水面；一小魚自水中躍起欲捕之。其背後下面有鮎注目於小魚，但為捕魚鳥所攫取，而鮎乃失其犧牲物。上有一鷹飛翔，預備急下攫取捕魚鳥，而魚與鳥將以次為鷹所攫取。



刺蝟飲水

刺蝟之相互關係有多種，蓋刺蝟喜食之物甚多也。常食昆蟲，恬愉之幼蟲，小蝸牛，及蚯蚓；但有時亦食蛙，卵，幼雞，或初生之小兔。有時與毒蛇鬪而能不受其毒，於自然之經濟上頗為重要。

之視蚯蚓爲何等重要可貴矣。

蚯蚓形體雖小，於自然界中雖視若無足重輕，然苟失之，將成可悲之缺陷。植物無之，生長不良，蚯蚓實爲輔助植物生長之利器；土壤之多孔而疏鬆，使雨水及植物之纖維能流通於其中，地面植物之莖桿能抽入地下，及下層無數之土塊能翻至上層，實胥蚯蚓是賴也。土壤而無蚯蚓，卽成堅冷而失發酵作用，其結果卽成貧瘠不毛之土。

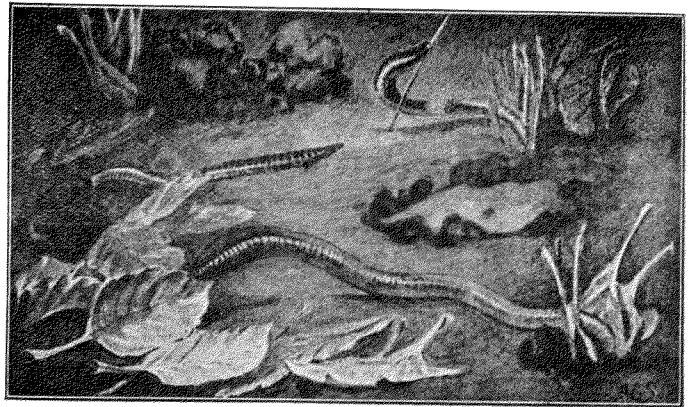
達爾文於幼年學生時代，在愛丁堡地方，已開始研究蚯蚓之工作，於一面積中，計算蚯蚓所成孔穴之數，地面排泄物之重量，及運入孔中之葉數。達爾文堅忍性成，蚯蚓之研究終其身而不息，至一千八百八十一年，卽其逝世之前一年，其傑著蚯蚓造成腐植土乃發表於世，用以證明蚯蚓造成地球上沃壤之功。

今姑舉達氏書中三四事。不列顛一英畝之地，平均有蚯蚓五萬三千，於荒蕪之舊地，則可有五十萬。平均計之，每一英畝之土之由蚯蚓體中通過者約十噸，而蚯蚓之爲此已越數百萬年矣。依此而計其排泄物之增加，每十五年可在地面積三英寸之厚，故蚯蚓常使土壤繼續循環轉運而已。一久耕之地滿載燧石，名爲石田，設任其自然不加干涉，則三十年後，一馬可自其地之一端，馳至他端不觸一石

云。

達爾文之結論如下：

當吾人遠眺一草蕪之廣場，覺其地風景之美，由於地勢之平坦，然吾人當憶地勢之平坦，實由於蚯蚓自起伏不等之狀，逐漸平之所致。苟吾人思及任何曠野，上層土壤之全部，皆已經過蚯蚓之腹，而每數年則將重經其腹一次，豈非可驚乎！耕鋤爲人類最古最有價值之發明，不知遠在有人類以前，蚯蚓早施耕鋤之事矣。除下等動物如蚯蚓者外，尚有他種動物，於地球歷史上，佔同等之重要位置如蚯蚓與否，則實爲一疑問。故蚯蚓能增進植物之生長，亦爲分解巖石之一重要原因。能使腐植酸下降至深層而起溶解作用，其排泄之在山坡者，則因風雨而流下，以增漲遠離山谷之沖積土。



蚯蚓工作之時

蚯蚓關於農業之工作有四。攪翻土壤於其胃中，土壤溶液易於作成。在土中掘穴，易使土壤通氣及輕鬆，故細根易於生入雨水亦易洗下。以其所排泄之土蓋於土面，於久長之時間內，常翻轉其土。蚯蚓亦埋植物之葉於地下，一部分爲食料，其餘則腐爛而成腐植質。達爾文謂蚯蚓對於葉之工作，其法極靈妙，但有時拖入羽毛，恐爲盲性之所使耳。

生存之相互關係

地球上生存相互關係之最要者，莫如多數種子植物與昆蟲之關係（參看第十七篇自然史之四——植物）。昆蟲自一花之花粉傳送至他花，植物不特僅得受精而已，且得雜交，以增進種子之收穫及性質。花子房內所含之卵，苟不與花粉中之雄性細胞核相交配，則可成種子之胚珠，將無由發達而成種子，即亦無萌發之力。數種植物如豌豆者，能自花受粉；數種植物如松柏等，則由風以遞送花粉，但大多數之花，其花粉全賴昆蟲傳遞，並由試驗證明此為最善之法。

貓與紫雲英

達爾文曾述世所傳誦貓與紫雲英之故事，以表示花與昆蟲之關係（昆蟲亦有害於花者）。達氏以紗布袋封一百紫雲英之花球，空氣與日光仍得由袋而出入，昆蟲則無由以入花。以紗布袋包封之花，無一成熟之種子可得，而花球之無紗布袋者，則得二萬七千之優良種子。蓋有土蜂以行雜交也。故土蜂愈多，則次年紫雲英之收穫愈佳。

但田鼠嗜食土蜂白色之幼蟲，故田鼠愈多，土蜂愈少。而次年紫雲英之收穫亦

愈劣。

但在村落之附近，田鼠較曠野爲少，蓋貓雖不食田鼠之肉，然多捕殺之。故貓愈多，田鼠愈少，田鼠愈少，則土蜂愈多，土蜂愈多，則次年紫雲英之收穫亦愈佳。推而論之，紫雲英愈多，則牧牛之草場愈富，而英人所嗜之燔炙牛肉不可勝用矣。鄉村老婦愈慈愛，則貓亦愈多，此又利於紫雲英之生長。故貓，紫雲英與牛有相互之關係存焉。

紫雲英亦有不藉土蜂以成種子者。此或由於自花之受粉，或由他種昆蟲爲之傳遞花粉所致。但其重要事實，可由新西蘭等處之例以表示之。

紅和蘭翹搖之例

新西蘭農人首種紫雲英或紅和蘭翹搖之時，種子失收，蓋是島無土蜂也。農人於是輸入土蜂而急速繁殖之；紫雲英之種子，即成爲商業上之重要品矣。其後再



紫雲英之花密聚成頭狀，其花之已由蜜蜂爲之傳粉者，皆向下垂屈。

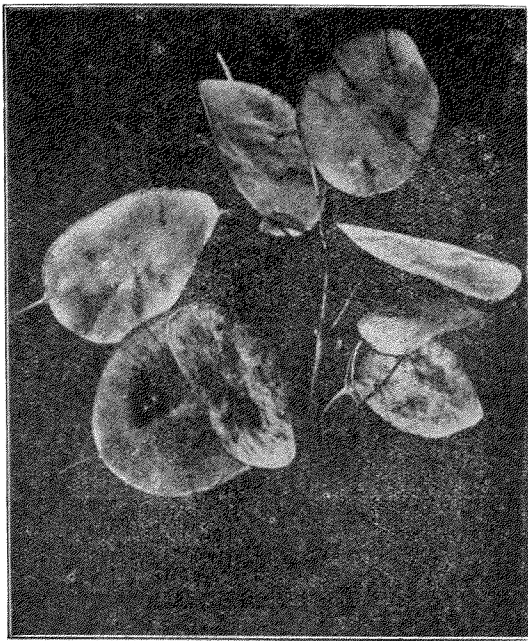
第四花頭僅有一花直立。右之花頭，則諸花全已垂下。於生命之網之各種相互關係中，似以花之與其適宜之昆蟲爲最重要。

輸入美洲產之長吻土蜂，紫雲英之收穫更增，蓋長吻易入花管之下部也。一千九百十二年，其一洲於六百十英畝之面積，平均每畝得紅和蘭翹搖之種子一百五十八磅。

種子之分佈

種子之分佈，其重要殊不減於花之傳粉作用，此又可自達爾文之研究見之。當鳥足著溼時，常有土粒黏附其上，此等土粒可含有植物之種子及小動物或小動物之幼蟲。鳥至他處洗除其足，土粒中之種子復得落下，因而散佈焉。下為達氏種源論中之語。

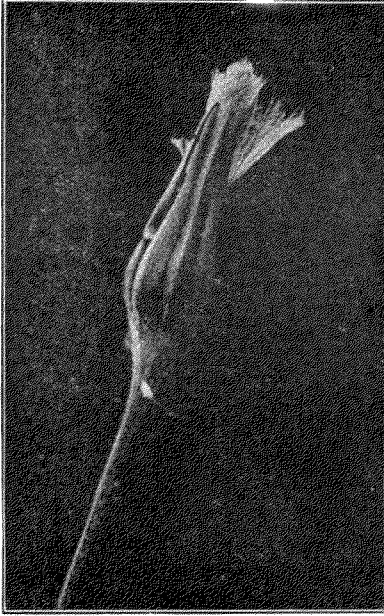
多數事實，可指明土壤中含有種子。試舉一例，牛頓 (Newton) 教授曾以受傷不能飛之紅足鷓鴣 (*Caecabris rufa*) 之腿贈余，其足上



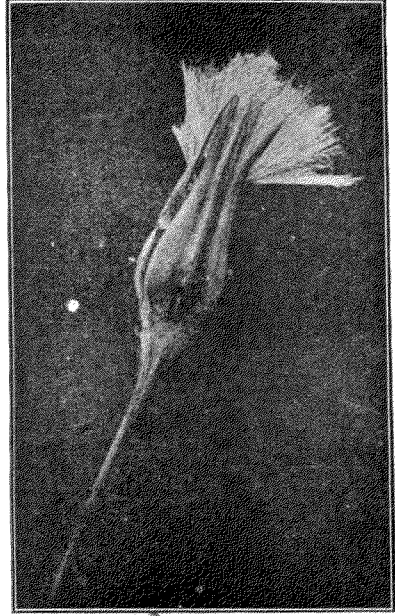
魯納利亞 (*Lonaria biennis*)

此植物之種子藉風力以散佈，果內紙狀半透明及柔薄之膜，種子著生其上，尤易受風。圖中二圓形之黑點係二種子。

羊鬚草已成熟之花球



(1)



(2)

(1)羊鬚草已成熟之花球起而開花。菊類植物之花球，如蒲公英薊等，自無數小花集成。每小花之基部爲一堅果狀之子房，傳粉後，子房內發達一種子。每果實上有毛一叢，當果實預備散佈時，爲受風之用。羊鬚草果實之毛易感溫度，依空氣中濕氣之多少而變更其位置。

(2)羊鬚草成熟花球一日後之狀。

(3)



(3)羊鬚草成熟花球之第三日。

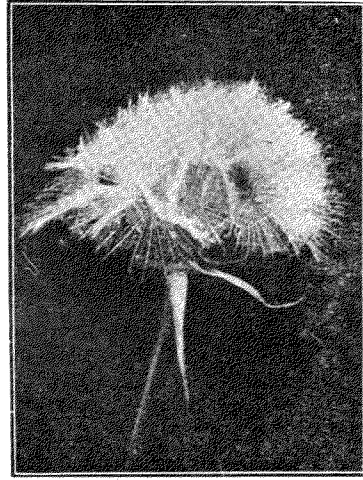
有堅硬泥丸黏附之，其重爲六盎斯半。此土藏三年後，始碎而溼之，置於玻璃下，有八十二植物出土發生，其中十二爲單子葉植物，有普通燕麥，至少有青草一種，其他之七十二爲雙

子葉植物，自發生之幼葉考之，至少含有三種植物。當鳥死後在地面腐爛時，

或被散克斯登鞘殼蟲埋入地下，其嚙囊中未消化之種子，亦即植於地下，與其原產之地可相離甚遠。

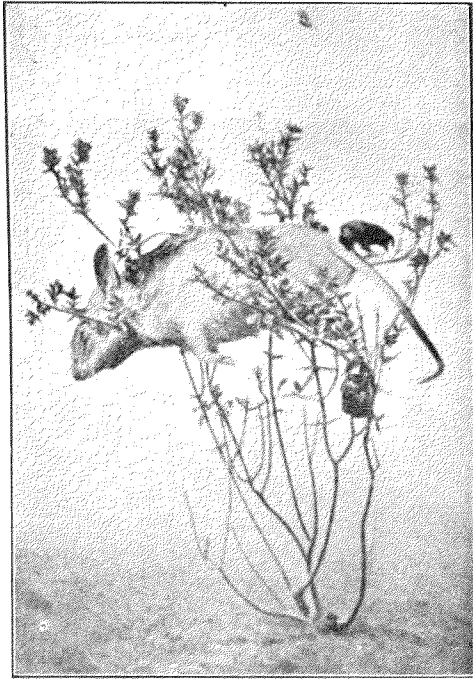
蟻與種子

蟻極喜種子之殼之含油或食料者，如莖菜，桔梗之一種，木犀草，



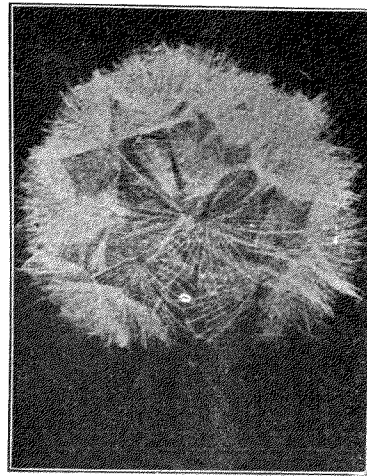
(4)

(4)羊鬚草成熟花球之第四日。



埋葬蟲之試驗

一死鼠置於山椒枝上。埋葬蟲於鼠身用擲搖動，拖引之法，卒能自樹枝上拖下。



(5)

(5)羊鬚草成熟花球全開之狀，其果實已預備為風所飄送至遠離之地而下種。當花球成熟之時，空中濕氣能使花球全閉以使乾燥。果實上徽形之毛，形同蒲公英，甚為美麗，適於為風所吹送，甚為顯然。

紫堇等。有時蟻僅食種子外部含有食料之部分，故自蟻穴捨棄之種子，仍有萌發之能力。更進，當蟻搬運種子時，多有遺落於道者。外愛司 (F. E. Weiss) 教授曾置烏蘭克斯豆及金雀枝種子於蟻道，此二種子均含有食料，立爲蟻所選取，其他之種子則置而不顧，故烏蘭克斯及金雀枝之分佈，蟻與有力焉。

一

淡水貝類及柳鰱

一生物恃他生物以延種之又一例，可於淡水貝類及柳鰱之相互關係見之。不列顛之淡水貝類，產卵於中夏，但不釋放於體外。而發育於筐狀外鰓之穴內，隨成針頭狀二殼之幼蟲，名格牢愷地亞 (Glochidia)，至次年之初，始離母體而外出。設非有魚如柳鰱者緩過其旁，幼蟲猶不卽外出也。幼蟲外出後，游於水中，閉其雙殼，吐出細弱膠質之絲，幸者得附着於柳鰱，卽微鑽入於魚體。後復生一大變化，得墜於泥中時已遠離其產生之處所矣。歐洲大陸有別脫林魚 (Rhodens amarus)，其事尤其奇，此魚以其產卵之長管，注射其卵於淡水貝類之體中。魚卵發育於貝類之鰓穴內，經若干時始外出。故淡水貝類有賴於數種之魚，而別脫林魚則恃淡水貝類，此

即相互關係之意。此種關係於生物生命史之書中，可舉數十例也。

生物之互助

一生物之附生於他生物之背者，爲常見之事，而尤於生物叢集之地如海灘者爲甚，例如石生茗荷兒之附於蟹殼，或管生蟲類之附於油螺是。此種生命現象謂之附生，動物植物均有附生者，例如海藻之生於蟹體及老龍蝦，與綠藻之在樹枝之粗毛是。附生之動物或植物，因之可有散佈游動之利益。而負擔者有時似僅爲重荷，但通常則無甚關係，亦偶然有利用附生物而得保護者，如擬態篇中之所論是。

雌鳩類有活潑性之鳥，常與鱷魚生有趣味之合夥關係，如以前赫洛多脫 (Herodotus) 報告中之所述。

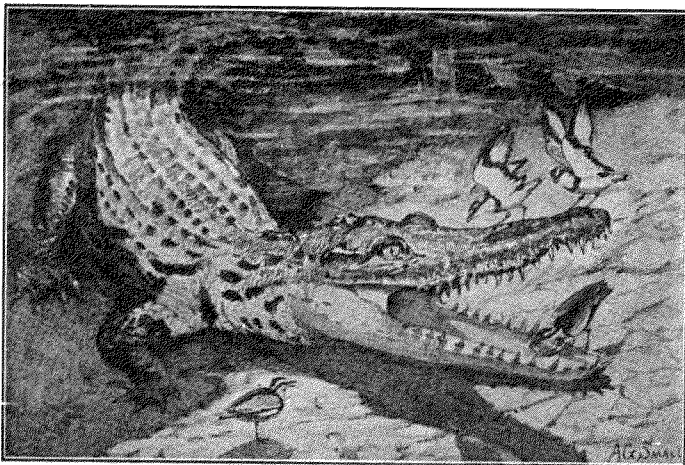
以其有觀察，多疑，易於感動，及喧嘩之性，與有遠聞之鳴聲，此鳥較之他類不警醒之生物，最適於作巡望之用。凡覓食之獸或人類近之者，莫能逃其多疑之觀察；河中之帆船划船，均足以引其注意；凡有所見，輒大聲以鳴。（參看 Brehm's

from North Pole to Equator)

此鳥產於鱷魚所棲息尼羅河 (Nile) 之沙洲。常棲於鱷魚之背以拾水蛭。有時且自鱷魚齒間以啄取少量之食。亞當斯博士 (Dr. Leith Adams) 謂現在埃及人於赫洛多脫所述之事又增廣之。

彼謂睢鳩類之鳥於鱷魚體上捕食水蛭之外，有時偶入鱷魚口時曝日於沙洲，其顎常開也。有時鱷魚偶入睡鄉，其顎忽下垂而閉此鳥於口中，此鳥立即用其角狀之距以刺鱷魚，一若促醒其記憶者然，鱷魚乃啓其顎以釋放之。
(參看 Notes of a Naturalist in the Nile Valley, 1870)

與鱷魚有關係之鳥，似有二種，均屬睢鳩類，一爲黑頭者 (*Pluvianus aegyptius*) 一爲有距翅者 (*Hoplopterus spinosus*)。此事已足表示合夥生活矣，但小鱗之游行於大水母繖體下以得庇護，獸棲鳥之棲於牛身以潔其皮，



鱷魚鳥及其同居之鱷魚

此爲異類動物外部同居之一例，鳥之利益，爲得寄生於鱷魚背上及口內之水蛭及他種寄生物。鱷魚自鳥所得之利益，爲此鳥極爲警醒，當有危險相近時，輒作大聲而飛去。

及鯖之與鯊魚同游，亦有足述之價值也。吾人之述此種共同生活初無所難，而此種合夥營生，又於不知不覺之間而入於更確定之關係。例如微小之蠅奴得馬鵝蛤之庇護，而食料亦於是取給焉。

欲定庇護之終與協作之始，則天然難有確定之界線。印度洋有顏色鮮明之魚，長約二寸，名安姆飛柏林 (Amphiprion)，與一大海葵 (Discosoma) 共棲。此魚居於海葵觸角之間，稍受驚恐，即退入海葵之食穴，如自海葵取出即斃。彭非爾 (Bartfeld) 於其我之熱帶海島一書中曾云：「其逃逸之速宛如光線，捕捉最難。如激動之，海葵之摺襞驟形縮入，成不可破裂之狀態。」魚之利益顯然可觀，蓋既獲庇護，又得食料也；然他方之利益則何如？小魚常因試探或無意而游近海葵，多數海葵即刺捕之，但此種海葵則不以此加諸安姆飛柏林。有以爲海葵用此顏色鮮明之魚，爲引誘之餌者；更近似者，則此魚游動於海葵之間，可常保水之流通，殊有用於海葵。

二

同棲

上節討論二種截然不同之生物，共同棲止，互得利益，此種現象名曰「同棲」

(commensalism) 語之原義爲同桌而食，亦意同伴。最佳之例，見之於寄居蟹及海葵。數種之寄居蟹，藏其柔弱之尾於油螺或他種之貝類，而置海葵於貝殼之上。一大貝殼之頂，可有三或四之海葵。寄居蟹之利益，在有海葵以隱蔽其體，及海葵之能刺。寄居蟹有每一大鈹上固著一海葵，一若兵器者然。海葵之利益，在得移動其體，與分享寄居蟹豐裕之食料。在此互得利益之同棲中，有多數富於趣味之點。如寄居蟹而失其侶，則行動遲緩而示不安狀，至復得一同類之物而止。當寄居蟹生長太大，不能容於其貝殼時，必須移居而遺棄其海葵。但有能自其遺棄之貝殼，移取海葵而置於新殼者。設海葵離其同伴，則稍後能自固其體於行過其旁寄居蟹之足，逐漸行至其頂。海葵有永不與寄居蟹分離者，寄居蟹之於海葵亦然。

除海洋動物外，同棲亦常見於陸生之昆蟲中。比倍 (William Beebe) 近述一微小盲目之蜚蠊，此蟲居於阿泰 (Atta) 食葉蟻之地下巢中。空偉大働蟻之腹，而不爲害於蟻巢。同棲之例之見於此書之他處者，不重述於此。今試再述共生之例。

共生

共生亦同居之意，但專指二不同類之生物，體內同居而互得利益者。例如綠藻

之生於海中小蟲名 *Convoluta* 之體內，使蟲得成一種植物的動物，而得共生極良之結果。

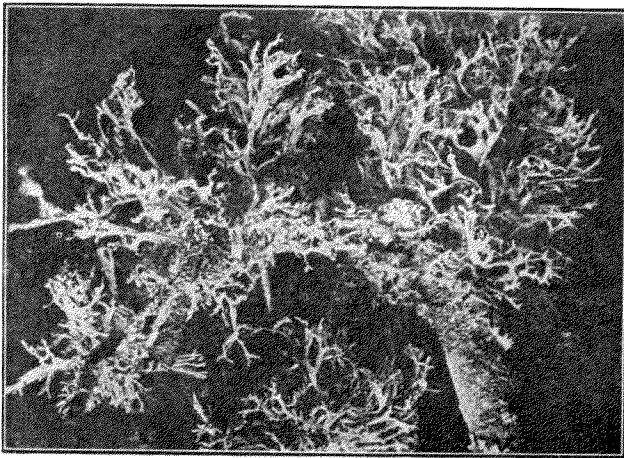
地衣之共生

大植物學家棣罷雷 (*De Barry*) 始以共生之名施諸異類植物之組合爲一者，如樹幹及巖石上常見之地衣是。地衣之構造較形態尤爲奇異，蓋由二種植物組合而成，前已論及之矣。(參看本卷第十七篇第十六頁)

研究地衣，不能不引起吾人之趣味，蓋地衣既爲造成土壤之先鋒，又能庇護及飼養作生存競爭先驅之動物。於天演中，地衣又爲共生中之前驅者，不尤有趣味耶？

石南植物之共生

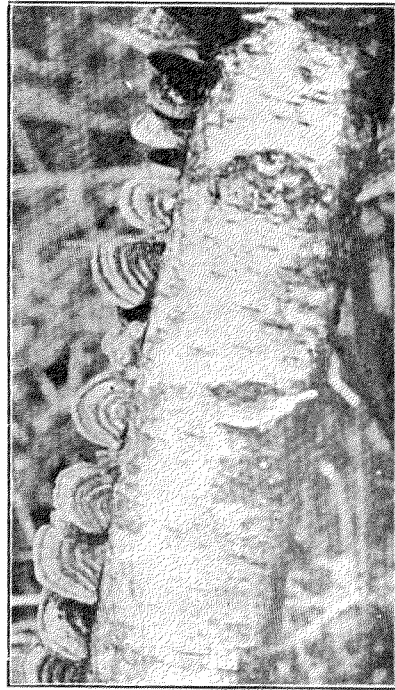
普通皆知石南植物生長於他種植物難生之貧瘠土壤。荒蕪澤地，土多酸性，植



英國尋常之地衣 (*Evernia Prunastri*)

此地衣通常生於老樹及板垣上，上面青灰色，下面白色，分枝如帶。地衣之菌，吸收雨水及自其附生之面吸收無機物質。藻則成於綠色細胞，製造炭水化物，爲菌所利用。

物之根難以生長。土中亦乏淡質之供給，蓋細菌不能生存於有泥炭之環境也。蚯蚓於他處能造土壤，而於此土則同細菌。但石南植物常茂生於山嶺及荒蕪之澤地，果何恃以致此乎？蓋有菌與之共生也。此菌之菌絲，不僅侵入其根之細胞，且遍佈於其莖葉之中，即子房亦有之。此菌為石南植物與土壤之居間物；能吸取水分及有機物質；或亦能固定空氣中之氮。總之，石南植物與其侵入之菌，已成和協之共生。石南植物無此菌，則不能生長，可見和協程度之深矣。雷納博士



一種多孔菌寄生於樺木
菌之細絲透入樹中之組織及吸收其養料，
常於樹木致大害。

(Dr. Rayner) 謂「石南植物之生長於貧瘠土壤之問題，已經解決，但以犧牲獨立之價換得之。」石南植物之種子萌發後，菌即侵入，如土壤而無此菌者，則其幼苗不能生根，非一可注意之事實耶？但得相當之菌，即能依常態而生長。石南之強盛，及其種類之綿延，端賴乎與之共生之菌。至其詳則論之於植物篇。

三

人與生命之網

設世界生物而成一連結之大系統者，則人欲有所爲於此活動世界，當注意明察此事實，此實人類之所常有事也。苟欲駕馭自然，必先求知生命之網而尊敬之。人類因昧然於此，或輕忽視之，故常與地球以擾亂。今試述數事以示人類之過失及功。

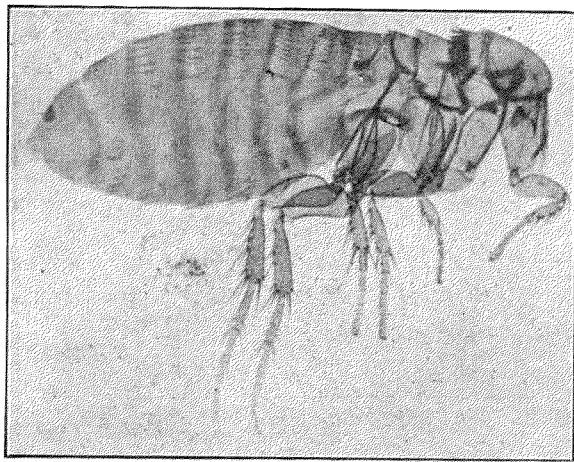
一 人常擾亂動植物之自然。在一千八百六十年時，人以兔輸入澳洲，以其地無天然之敵，此種適應環境之生物，大爲繁殖，而素稱肥沃之地，乃變爲不毛之瘠土。歐洲麻雀之輸入美國，約十餘次，半欲用以驅除榆樹之害蟲，亦畧有成效。但麻雀自身，反成美洲之大害物，爲害於農作物至巨，且又逐去本土之益鳥。美國由麻雀一年所致之損失，爲數頗巨。

人固不常作此等愚事。果木經人力而輸入南非洲，小麥輸入美洲；歐洲之火雞來自墨西哥，新西蘭之羊則由蘇格蘭輸入之。此處宜注意者，則人類之成功，以家畜及栽培植物爲大，蓋對於此種生物，早已有駕馭之能力矣。

二 有時人類雖不必推廣生物之產地，而由獎勵其生長以致惡果者，例如處

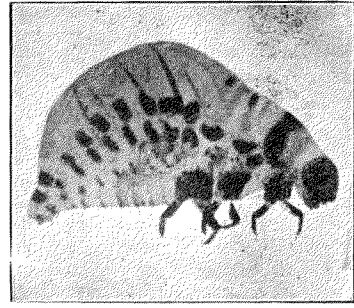
置各種殘廢之物或食屑之不經意，或由奢侈浪費之故，致獎勵鼠之繁殖，致成凶惡之徵兆。現在不列顛之一地，已有數百萬之褐色鼠，其損害不僅囿於破壞各種儲藏物品而已。污穢不潔之害，尤甚於其所竊食。且鼠身生有一極危險之人體寄生物，其學名爲 *Trichinella spiralis*，豕爲其第二之寄主，適成人鼠傳染之居間物。又印度鼠蹊腺炎疫病之微生物，學名爲 *Bacillus pestis*，於不列顛曾名「黑死病」者，亦多少產於鼠身，鼠蚤由鼠血以吸入之。鼠斃後，蚤躍出鼠身，傳此疫病之微生物於人體。表示相互關係之錯雜，莫善於此例矣，尤爲明瞭者，印度地方之多蓄貓者，此疫之發見殊少。蓋貓多則鼠少，鼠少則鼠蚤自滅，而疫病亦少。

三 人擾亂自然之平衡，有多數事實適成優良事業成功之代價。馬鈴薯病蟲 (*Doryphora decemlineata*) 有時發現於不列顛，初僅限於北美西方之中部，飼於一種



鼠之雌蚤(放大)

蚤爲無翼之昆蟲，自其長足可知其有跳躍之大能力，異於大多數之昆蟲。蚤身之高遠過其闊，雌蚤之大遠遜於雌蚤，卵下於罅縫中。其幼蟲蛹等之變態，皆於是處完全之。幼蟲食有機物質之零片。當成蟲咬人時，其口注射一種分泌物，使發癢；但刺入之口部，可染以微生物，可增加刺激，亦能致病，例如熱帶地方之鼠蚤已吸染有鼠疫細菌之鼠血，若咬人，即可將疫病傳之於人。



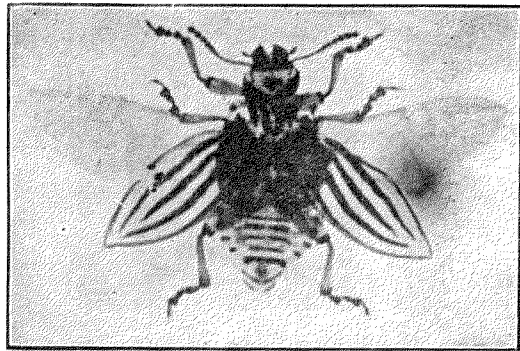
馬鈴薯甲殼蟲之幼蟲(放大)

自馬鈴薯甲殼蟲之卵內，生出一紅硬幼蟲，頭肢強固，性活潑而善食。其體之後部，上面凸起。食馬鈴薯葉，約半月後，幼蟲成黃色之蛹於地中。成蛹約十日後，甲殼蟲乃出。自卵至完全甲殼蟲，其發達時期約需三十日。故一季之中，可發生二科至四科，成蟲於冬季蟄伏土下。

有毒之茄屬植物，以有天然之敵，孳生不繁。

自馬鈴薯（與有毒茄屬植物同屬）之輸入，及馬鈴薯之逐年推廣，馬鈴薯病蟲乃得繁殖之機會。漸向東方蔓延，而其天然之敵，亦失抵抗之力。此蟲每年向東而行，至大西洋海濱而止。已試用多種防治之法，但勝利常歸此蟲，而繼續橫征其苛稅焉。但無敢歸咎於人者。

四 有時人之破壞自然，僅為偶然之事，可於傑撥色蝶（*Oenotia dispar*）之例見之。博物學家託辣煩勞（Trouvelot）於一千八百六十九年，因作科學的研究，自歐洲輸此蝶於美洲之麻省，少數幼蟲偶然逃逸，託辣煩勞雖竭力補救，然終不能盡數



馬鈴薯甲殼蟲之放大以示其翼及翼鞘

成蟲之雌者，其長稍短於半英寸。每翼鞘有直形條紋五，以此有十線蟲之稱。雌蟲每季下卵自五百至一千。每次下卵之數十至四十，叢集於馬鈴薯葉之下面。北美馬鈴薯之栽培未推行於西方之前，此蟲取與馬鈴薯同屬植物之葉為食料。此蟲於一千八百五十九年始行蔓延，一千八百七十四年已達大西洋海岸，故每年蔓延之速率約八十八英里。

捕回其逃蟲，而蟲害於是蔓延無已。褐尾蛾之輸入，亦無法可以制止，其孳生於美國，乃成樹葉零落之大患。

試再述一可嘉許之例。勒爾 (R. S.

Linn) 教授於其有機進化論書中有曰：

自然平衡被人破壞後而仍得恢

復之一例，可於一種介殼蟲從檸檬

幼樹偶然自澳洲輸入美洲之加省

見之。介殼蟲在加省蔓延之廣，為害

之大，雖用各種機械法以治防之而無效可觀。後在澳洲搜得其天然敵蟲金花

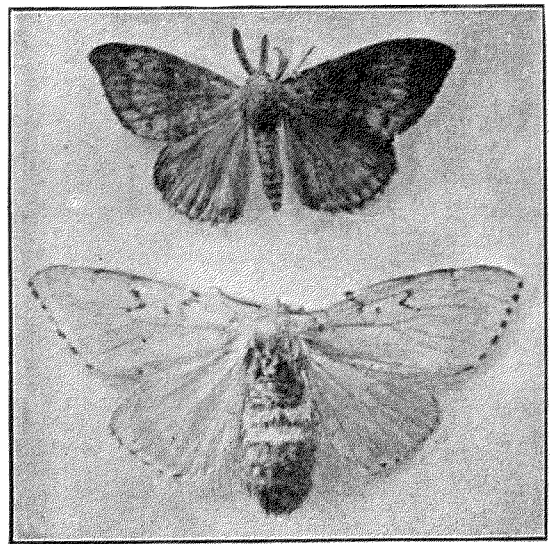
龜，輸入加省，其結果則不僅介殼蟲減少而已，且幾至絕跡。金花龜全恃此介殼

蟲以充食料，故亦繼之而死，現在介殼蟲與金花龜並皆蓄養，以備他日此害再

發時之用。

輸進天然之敵以治外邦引入之有害生物，已試行多次而皆獲良果。

五 人之干涉自然，有時由於滅除而不由於培養，試觀下述之語。



鞞 韃 載 之 蛾

上為雄蛾，下為雌蛾。此蛾於一千八百六十九年，偶然由歐洲引入北美，漸漸繁殖至極多之數，至今仍為大害。其幼蟲常盡食一樹之葉，與鞞韃載相近之種類為納恩蟲，在歐洲之數森林中常為大害。

澳洲有故事可作吾人之教訓。墨雷河 (Murray River) 沼澤之某地，數種之鵜常數千成羣以游行，以其有害於漁業，遂大加殘酷之殺戮，鵜乃減至數百。但魚不特無進步，且較前益少。後乃發見鵜大都捕蟹鱧及他種生物之吞噬有用魚類之卵及小魚者以爲食。故鵜之殺戮，乃使漁業衰敗，非使之進步也。顯然可見之要點，人類應先知生命之網之事實，然後可對於生命之網施劇烈之干涉。

鳥之重要

自然平衡之一危險，爲昆蟲之繁殖。昆蟲種類既多，繁殖力尤大。孳生過庶，常於一有限之面積內發生危害，如蝗蝻之襲擊是。此種普遍之禍患，由於氣候之變更，或食蟲動物而成。此中之最要者，莫如食蟲之鳥。今不能作簡明之計算，但專家有謂設無鳥至六七年之久，已足使活動之自然界入於暗淡無光之終期，將見世界爲昆蟲之大屠場，彼此吞併窒息而不已。此爲生物學上反對捕滅食蟲鳥之原因。此等之鳥，足增加自然之美麗，亦爲反對任意捕殺之一有力理由。

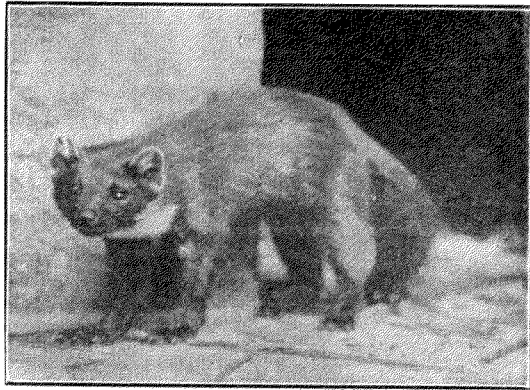
人不能以除滅爲易事，當舉行屠戮剿絕之前，不可不經慎重之考慮。毒蛇固當屏除，但安知毒蛇之除滅，反足以致鼯鼠及其他多種蛇所嗜食之毒物繁殖乎？松

鼠爲害於幼樹，以故多消滅松鼠之會。懸賞以購此美麗鼠類之頭，而頭乃滾滾而入。但有時滅鼠會以斑鳩孳生太多而反應解散，蓋斑鳩多食穀類，農人之損失太巨。通常食草之松鼠，亦食斑鳩之雛。



野 貓

英國野生之貓族代表，僅此野貓 (*Felis catus*) 一種。現已少見，僅存在於蘇格蘭島之僻處。此貓與屬於熊類之雞貂有別，亦不同於家貓之流於野生者。其身體及四肢較家貓爲長，其尾亦較粗短而不尖。自各種情形觀之，家貓大概出於埃及之貓，學名 *Felis caiffra*。



松 貂

松貂 (*martes martes*) 屬熊族，頭及身體之長約八英寸，尾長約有一英尺，外毛長，褐色，內毛短，黃灰色，平溫和警覺，勇於捕食他種動物。但現時在英國，則較野貓尤少。

人於無意之中獎勵家鼠，人亦於無意之中摧殘野物。推廣農業，疏導沼澤，斫伐森林，荒蕪曠地成美麗之球場。故野貓漸少，松貂亦致絕跡；鷓鴣稀見，羽領鳩不作巢於不列顛。所希望者，衆人有重醒之一日，知如鷓鴣籬等之生物，當爲國家所寶。

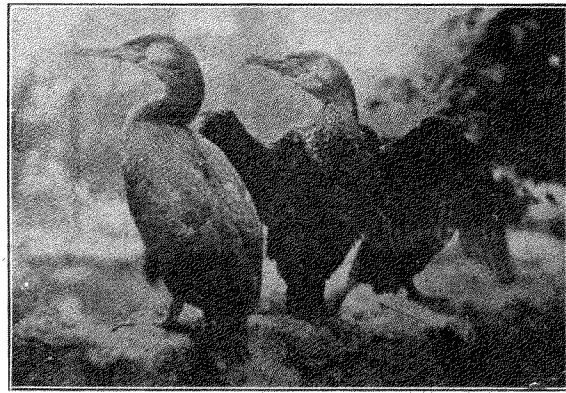
貴，有真實保存之價值，不應以無知或貪殘而犧牲之也。

四

相互關係之衆多

藍開斯德 (Sir Ray Lankester) 曾總合

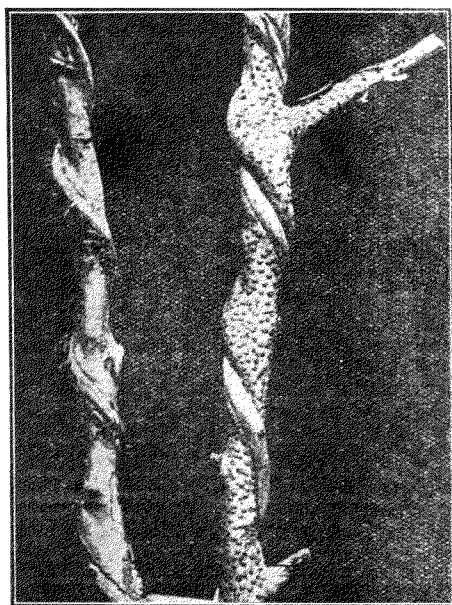
多數人與動物之實用關係，其所論諸點，頗有足述之價值：(a) 吾人有因其肉而捉捕動物者，如野兔，家兔，鯡，鯧等魚。亦有因其不可食之部分而殺之者，如鯨魚之油及骨，蚌之珠及珠母是。(b) 動物有可蓄養而利用之者，例如豕之肉，牛之肉及乳；馬之運輸，犬之守夜；蜂之蜜，蠶羊之衣織，種種皆是。有時其用可為美術上之飾品者，如時辰鳥，金魚是。蓄養愛玩之物，自貓至白鼠，自鸚鵡至捲毛犬，亦屬於此類。(c) 動物有輔助人之事業者。肥沃之土，大都由蚯蚓而成，土蜂能為紫雲英傳粉。業漁者全恃海中之微小甲殼動物，甲殼動物又恃藻及滴蟲。(d) 動物有為人類行止之阻障，及破壞其試驗者。毒蛇之嚙



鸕 鶿

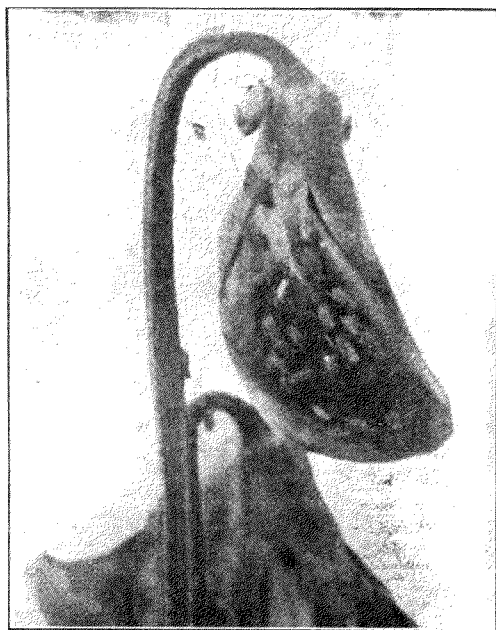
鸕鶿食魚，但須知其所喜食之魚，種類甚多。如加害於有用食魚之卵之蠶繭等亦食之，亦能遏止他種食魚卵之動物如蟹等。自人類之利益着想，有時生命之網甚為複雜，對於一鳥之應獎勵或防止頗為困難，兩面常覺均可袒護。在中國與日本，鸕鶿為漁人用以捕魚，置一革圈於其頸，使所捕之魚不能吞下。鸕鶿通常棲於石岸之礁石，當伺其難時，其難之頭深入其母之口

其足跟，蚊蟲之致黃熱病皆是也。有時蚊蚋蔓生，使人生成一重荷，而易使人類抑鬱失望者，為微小之十二指腸蟲，其幼蟲自穢土而入人之皮膚。現已知此寄生蟲之生命史，已可防範其可慘之侵襲矣。上古史中人類視為勁敵者，為偉大之動物，如獅虎等類；而現今可懼之敵乃微小之物，有微小之極，非顯微鏡不能見者。(e) 除動物之直接阻礙人類者外，有無數生物，為其牧羣，農田及園圃之敵。短尾駱有時致疫病；斑鳩掠食優良種子；葡萄蚜蟲致害於



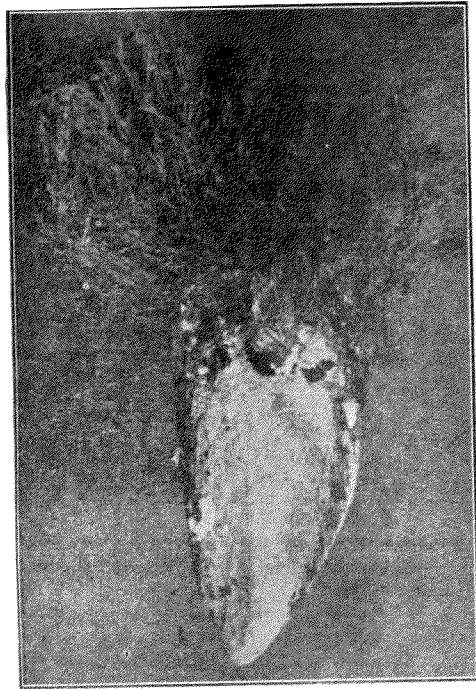
忍冬植物纏繞於榛之莖

榛莖之未被忍冬植物纏繞之部分，生長較粗，致有如絞扭之態。此種相互關係非為寄生，忍冬僅用榛莖為支持物，因得上升以得光及空氣。熱帶森林中纏繞植物極多，林中大樹有因纏繞植物繞其上而死者。



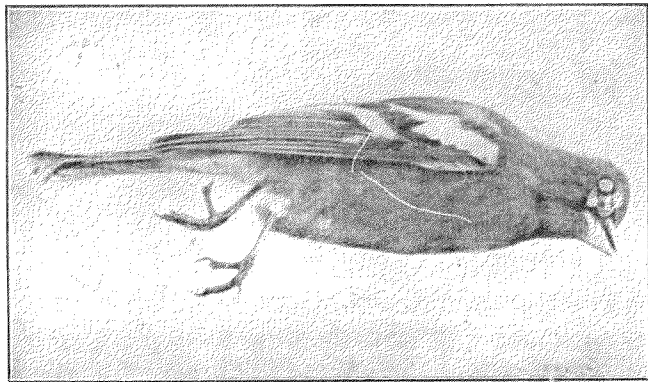
夏季綠蠅繁殖於豌豆之花

綠蠅於全夏之時，自卵中生出，此種卵不須受精即能產生，幼蟲不久即成熟，復行繁殖，非近至長季之末，無能發生。



- 叢動植物生於一貝類之外部

此動物初視之似海藻；然細察之為一種小管狀動物或珊瑚類之團體。此為外部附生之例，動植物僅附生於貝類之外部，適如苔類之附生於樹上。



肉蠅下卵於已死鳥嘴之縫中

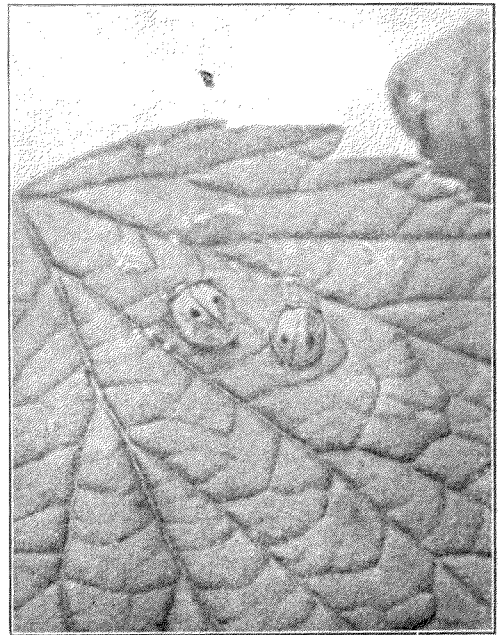
葡萄園；馬鈴薯病蟲侵襲馬鈴薯；害蟲之數，以數千計。人之家畜常為多數寄生生物所侵襲；馬有馬腸蟲，牛有牛蠅之幼蟲，羊有腦中條蟲，而豕則尤有多數內部寄生生物。(f)動物亦常致患於人之永久物品，及儲藏之物。熱帶之白蟻，蛀蝕各種木製物品，且足以阻障多數事業。穀象為害於穀倉至巨，而鼠為最可厭之物。蠹魚及衣蟲消除較易，抵抗蜚蠊則甚困難。(g)有益之動物，能殺除上述三節之動物。(d, e, 及 f)如刺螺之食蛞蝓，疾飛鳩之捕食線蟲，瓢蟲之消除綠蚜蟲，及姬蜂之

下卵於各種幼蟲是。

前於論天演篇中，已論及力謙 (James Ritchie) 之傑作人於蘇格蘭動物生命之影響書中所論諸端，如人類自有蓄養，破壞，輸入，消除，保存，栽培後，數千年中之變化，語皆簡明而合於學理。最要之點，爲生物之生滅，不特直接影響於自身，且與各種動作皆有至遠之關係。

鷗產生地之故事

舉一可以三反，故吾人於力謙書中，採取一事以示生命相互關係之複雜。批勃而雪 (Peebleshire) 地方附近西林登 (West Linton)，有黑頭鷗 (Larus ridibundus) 一羣，集於白苔之地。一千八百九十年，白苔爲一石南植物生長之澤地，泥炭水分在其下層。一千八百九十二年或一千八百九十三年，少數之鷗來集於此，並獎勵之一



二瓢蟲方食蚜蟲或綠蠅

此種美麗之小甲殼蟲，於阻遏植物害蟲之繁殖，頗爲重要，食慾甚大，孤離時無敵害，孳生極繁，圖中之葉，可見數蚜蟲蝕落之皮。

千八百九十七年，其羣鳥數已衆，一千九百四年，計算之，其數可有自一千五百對至二千對之多。鷗集合地之植物，生一極大之變更，石南植物已有粗糙之青草以代之，而燈心草植物與酸漿植物以次遞嬗而生長。此等植物之變更，固由鷗侵入所致。貧瘠之土，僅具共生性之石南植物始得生長，今則有鷗食物之殘餘及排泄物以肥沃之。更進，數千踐足攪爛其表面之土，及無數叢密之巢築於其表面，皆足以保存土壤面層之水。總之，下層泥炭及其所含深層之水，均運至上面而成泥澤。猶有他種變化生焉。石南植物生長時，松雞時履其地，今則一去不返矣。梯兒鴨以泥澤及燈心草植物之引誘，乃呈現於景物之前。當鷗在最盛之時期，有梯兒鴨一羣，其數七十，故松鷄去而鷗鴨至。

十五年後景物又變。人復干涉其地，於一短時間內，即自白苔逐鷗而去之。村人僅見無用之酸漿植物，以無粗亂之草可割而失望。其地之以鷗卵飼雛雉者，亦以無松雞而失望。於是逐鷗之聲以起。一千九百十七年之夏，其地已一鷗難覓矣；酸漿植物幾已絕跡；粗亂之草起以代燈心草植物；即石南植物亦已託足其間；梯兒鴨已杳而松雞復來。數年之中，人類輕施干涉，已見一循環之變化。此故事有似達爾文之圖式，可用達氏之語以結束此故事：

如以細小及暫時人力之干涉，可以使自然變化生一起伏如斯之甚者，吾人對於所有人類勢力之總量之留極深固印象於自然世界者，當作何等之想像。此種印象，非數年，數百年，乃數千年，以至數萬年，而歷久不磨。

此種及他種相互關係之故事，可爲吾人實用上之借鏡者，卽對於其自身所附屬之系統，欲加干涉，當以極慎重之態度出之。

五

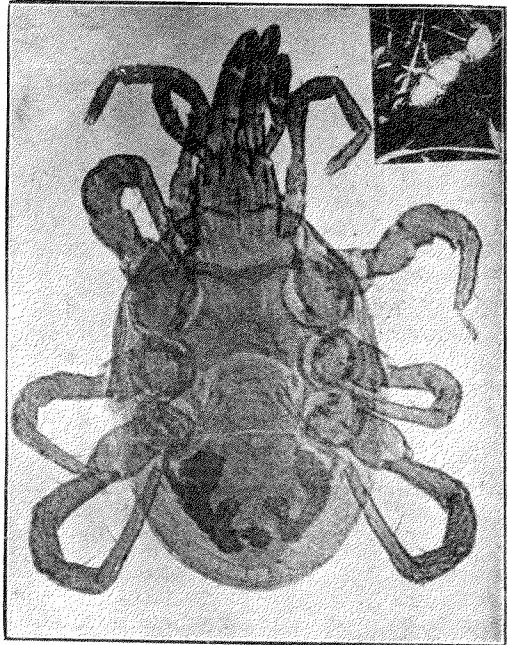
寄生物之特殊性習

一 生物生長於他生物（寄主）之內部或外部，由之而得食，其生命史與之生不可分離之關係，且其影響有害而無益者，吾人謂之寄生。但欲作確定之界說殊爲難能；多數寄生物，除出於尋常情形外，爲害於寄主極小。寄生物非侵入寄主之可傷部分殊不爲重要，而外部寄生物且可潔寄主之皮膚。寄生物可成共生物，如石南植物之與其寄生菌是。寄生自寄於外部之蝨蚤起，至生於內部之條蟲十二指腸蟲止，有多數之程度。寄生物亦有一重要之分別，有生長於寄主之食道中，如十二指腸蟲分潤腸中已消化之食物，有生長於生活組織中，如肝臟之吸蟲，攝取

羊肝之血。寄生物之殺寄主，非其利益；蓋將截斷生長之道也。致人睡眠病之寄生物，似不如人體內部肉食滴蟲或食人之獅之甚。茲所當知者，寄生物常欲自生而亦不欲害之生，非移至一新寄主不習慣於是者無特別現象之發現。睡眠病寄生物之傳染於人，僅爲其生命史中一偶然之事，非謂其生命史之尙未明瞭也。

吾人當用正當之眼光以視寄生物：寄生爲一種避免生存競爭之法。寄生物之發見寄主，適如數種動物之發見巢穴。其發見必在食物充足及庇護周妥之處；而常含有危險之生命史。一甚有趣味之事實，爲數種之動物，如甲殼類及昆蟲，僅雌性者爲寄生，此似指示寄生性習，有時關係於下卵及保護雛小。

寄生物之適應



蜚蠊身上附帶之壁蝨

一蜚蠊可有二十餘之壁蝨行動於其身上，用其長屈及有爪之四肢懸著於蜚蠊之身。此圖以示壁蝨之下面，其口器如常例由一對鐮子狀之大顎及一對小顎而成，壁蝨無眼。

天演不常爲進步的，此可於寄生生物之適應表示之，鳥類之適應亦然。寄生生物有反退之傾向，但其逆行對於其安易黯淡生命之情形爲有效之適應。試就條蟲之事以觀之，條蟲著其頭於腸壁，其身浮於腸中半消化之食物中。

條蟲除醫生及驅蟲藥外，安全無敵；浮於食物富裕之所，其帶狀全體，均可吸收食物；能生存發育於至少氧氣中，有奇異抵抗力，能不爲寄主所消化；其頭有筋肉之固著攝引器，其數種且有鈎，故得固著於腸壁；溫度適合，生活安閒，無需乎感覺器官；有下等神經系，故知覺冥頑。經濟學家所謂物質上安全安泰者，其條蟲之謂歟。（見 Thomson, *The Wonder of Life* 1914, P.301）

條蟲之生命固爲安閒，然由他方面言之，實屬退化。無感覺器官；其神經系又甚下等而無腦，筋肉系成於光滑筋肉細胞；收縮遲緩，無口，無食道。生殖系雖複雜，然常自身受精，此於動物中甚爲少見，亦一退化之證。條蟲有生卵至八百萬之多者，生殖繁多，固爲內部寄生生物之常性。對於此點可用二種眼光視之。食物之富裕及刺激，如寄生生物之所常有者，足致個體生殖繁多之傾向。此爲個性及生理上之現象。寄生生物之需二種寄主者，延種問題甚爲困難，吾人可斷言生物體質上有生殖繁多之能力者，爲生存競爭中之得勝者。多數動物之既入寄生之門者，不能使其

嗣續復逸出其界，此固無可疑者也。故彼終其世於附託之所。所可異者，寄生物之於傳種之事故頗多也。犬約有四十種寄生物，人與豕則更多。動物之不選食物者，其食道中之寄生物，恆較限定食物者爲多。生物之體質有易於引誘寄生物者；例如歐洲之槲屬之樹，有百種致蟲癭之蠅。

使人驚異者，不特一寄主所有寄生物之數，卽一種寄生物之在一寄主之多亦然。例如一松雞之腸中，可有一種十二脂腸蟲至一萬之多，微小之幼蟲由吞石南植物之花葉而入其體。

又有一有趣味之點，一特別寄生物，常限於一種之寄主，寄生不能適應不同之環境，爲其原因之一。寄生物之需二種寄主，以完成其生命史者，其成年時期之寄主，多數爲食其幼蟲時期所寄生之寄主之動物。例如犬食兔，寄生於兔之膀胱狀幼蟲，乃發達爲犬之條蟲，同例，鼠之膀胱狀幼蟲，成貓體內之條蟲。人體二種最普通之條蟲 (*Taenia Saginata* 及 *T. solium*)，自食未煮熟之牡牛及豕肉所致，蓋牡牛及豕，乃膀胱狀時期之寄主也。

肝臟寄生蟲之幼蟲，非侵入一種特別淡水蝸牛，名 *Lymnaeus truncatulus* 或 *Minu-*
tus 者，不能發達於不列顛，如侵入他種，則不能發育。此卽生命史之特性或個性之

意也。但同種肝臟寄生蟲之幼蟲之在他邦者，能利用他種淡水蝸牛。如吾人考察前此未曾研究其寄生物之哺乳動物或魚之食道，吾人常發見新條蟲或新十二指腸蟲。孤離可以輔助造成新種，此例或可表示之。適如惡克納之駝，聖克而達之鷓鴣，檀香山顯然分隔之谷，每地有一不同之陸地蝸牛，故各種不同之寄主，各有異種之條蟲肝臟寄生蟲及十二指腸蟲各顯然不同寄生物之種，或本為一種，以環境及食物之不同，因而稍有變異耳。此為一重要試驗之機會。

寄生物之對於寄主，究有何種確切之作爲乎？有自其腸吸收多量已消化之食物者；有透入其食道之壁者；有因毀害其四周之組織而發炎者；有阻塞其交通之道，即血管亦有被阻塞者；致惠脫島 (Isle of Wight) 蜂病之壁蝨，除吸蜂血外，復阻塞其氣管，其筋肉遂不得空氣；羊腦中之條蟲，壓抑其腦及脊髓，致劇烈運動狂亂之病；數種條蟲及十二指腸蟲分泌毒質，數種特別甲殼類之寄生物，如散苛林奈，破壞雄蟹之生殖器。總之，寄生物之影響甚為多端。

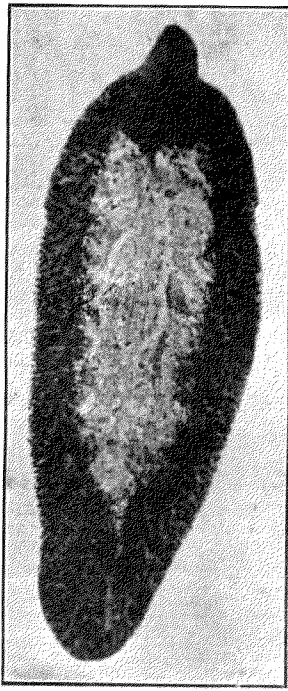
六

寄生物之奇異生命史

寄生物有可使人厭惡者；吾人視之不能不有所畏忌。吾人知寄生物不能為自

身之保護。更進，多數之寄生物極不美觀，此有時亦可為退化之痕驗。一遲鈍飽食之動物，概無可悅目之紋理。槲寄生固甚美麗，但此為半寄生，可視為例外。吾人對於寄生物之畏縮，亦半因其可致危害。十二指腸蟲及寄生於表皮下之絲狀蟲，皆能致災禍。多數寄生物之生命史中，有數時期其奇異頗類無稽虛構之談。試舉肝臟寄生蟲以為例。

肝臟寄生蟲 (*Distomum hepaticum*) 生於羊或他種哺乳動物膽汁管之分支中，形同一扁平之葉，長約一英寸。攝飲肝中之血，以致腐肝病。肝臟寄生蟲如大多數內部寄生物，生殖極繁，每蟲能下五萬之卵，與自己所生之雄精交配，自身受精於動物中甚為罕見。其發育時有殼之卵，乃入膽汁管，由此入腸，終乃下地。設此



二口蟲致羊之腐肝病

此葉狀或鏡狀之蟲，學名為 *Fasciola* 或 *Distomum hepaticum*。長約一英寸，最闊之處約半英寸，其厚有如褐色之厚紙，其色稍有變更，紅褐色或灰黃色。成蟲生於羊之肝臟中（有時亦生於牛、馬、鹿，及他種哺乳動物），吸血以生。其幼時之生命史，須經過一小淡水螺，名椎實螺，於此可見一生命相互關係之佳例。

等卵而下於乾燥之地，如道路者，不久即死；如下於濕潤之地，如濕草中，則繼續發達若干時。然苟無由以達水池者，亦即斃命。故牧地之疏導，已有減少羊腐肝病之

效果。

在水池中，一極微小梨狀有纖毛之幼蟲，自卵殼出，游行其中，甚爲活潑。幼蟲有二微小之眼點，但無口以食物。故僅能繼續游行於有限之時間內，其時約爲八小時。

幼蟲在水中游行時，自與多數物品相接觸，如枝條，岩石，水草及小動物等，但苟不與池中最普通之小淡水蝸牛相遇，一無反應。苟與之遇，立即入蝸牛之體，呼吸之孔爲幼蟲入體最便利之門。吾人不知何以此微小無腦之幼蟲，僅與此種蝸牛接觸後，方有特別之感覺而生反應，亦僅此種蝸牛，方能完成肝臟寄生蟲之生命史。此種反應乃其種性，至其真確之原因，則尙待研究。設水池中而無此蝸牛，卽有而幼蟲不與之相接觸，則過八小時自由游行之後，亦靡有子遺矣。

幼蟲在水蝸牛內，失去其纖毛及眼點而成一孢果，果內發生孢子細胞，隨變成五至八之他種形式之幼蟲，名雷提 (*Redia*)。此種幼蟲，以同法而更成入至十二之雷提，所生之雷提，又成十二至二十之第三種幼蟲，名塞卡利 (*Cercaria*)。塞卡利終成幼小之肝臟寄生蟲，有雙裂之食道，攝引器與生殖器開始發生，又有一運動之尾。在此時期，苟淡水蝸牛爲水鵲所吞嚙，則此寄生蟲之運亦終，此爲肝臟寄生

蟲完成其生命史之又一危險。

有尾之幼蟲，自瀕死之蝸牛搖擺而出，游行於水中，羣上草葉，旋失其尾而成殼。有若微小之白點，設日光使草枯謝，則全部故事於此告終。其生命史之繼續，全恃食有小白點草葉之羊，塞卡利幼蟲由羊之食道經膽汁管而入肝，成熟於少數星期之內。充分發育之寄生蟲，有於行生殖後死於羊之肝內，亦有自肝入食道，而死於土中。最重要之普通事實，為肝臟寄生蟲之生命史有繼續完全失敗之危險，設非生殖繁多，肝臟寄生蟲久已滅跡矣。

珠與寄生生物

珠蚌（或淡水貝類）之殼與其緊貼殼之內面之皮或膜之間，有時有刺激性之外物如砂粒者夾入其中，其皮乃分泌層層之珠母或螺鈿於此侵入之物之四周，而一種之珠乃成。但此非真珠，常附着於其殼，而有一外物於其中心，此外物有時不透明。

如於蚌殼上透一細孔，而以一珠母之圓粒滑入於其殼及皮之間，則可得較佳之結果。封其孔待珠之生長。因珠之中心為珠，故珠之性質較為平均。但此法永不

能成最佳之珠。

一較前進步之法，爲以小塊之生活組織引入蚌內。久之此等組織外包以同心之珠母層而成寶貴之珠。此法似尙有進步之餘地。

珠之成於天然者，則迥異於是。於普通可食之蚌中，其珠可由皮細胞所成之穴圍於一侵入肝臟寄生蟲而成。皮細胞因寄生蟲而分泌一柔嫩同心珠母之殼，珠心既爲一極柔弱微小寄生物之遺體，故珠殊不透明。同理，博物學家有信東方珠蚌所成之佳珠，由包圍侵入體內條蟲之幼蟲而成，但無確實之證明耳。

珠常由包圍一物質名貝質者之核而起，頗有可信之理由。貝質爲皮所分泌，爲鈣質之殼之基礎。於通常造貝殼之時，稍遇擾亂，其皮囊即分泌明冽貝質之小球體，成真珠之中心，由多層同心之螺鈿乃造成珠。

相互關係之理論方面

天演論中對於天然淘汰之說，常起疑問，即天然於生物之纖小精微之性質，何以能擇別是也。此等精微之辨別爲生物之特性，對於此合理的疑問，達爾文特注重生命之網以答之。蓋於逐漸發達及至複雜之相互關係中有異常精密之篩，能

辨別極微小變更之增損。一顯然微小之新變更，可用已成立之相互關係之系統以試之。言語習慣之不同，可以定一種之存亡。

又一疑問爲天演之進步。天演固有退步，有盲暗之道，有已絕跡之種，然就生命之全體而言，生物常依時而緩向上進。此何故歟？此爲一極困難之問題。但答語之一部分，可不於生命之網之逐漸加複以覓之歟？已成立者有相互關係之外部系統，且其系統漸加複雜，花與昆蟲之關係可爲一例，此卽成一篩可擇別各種之變更。在人類之進步中，凡人種之所得，均有外部之記錄，普遍自然界，常有相互關係之外部系統，此卽吾人所謂生命之網。

總之，生命之網之觀念，應成吾人思想之習慣，此甚爲重要。此爲以科學的眼光視物，尊重其相互關係，視天然（人生亦然）若一顫動之系統，其相互之關係，精密而可必。相互關係，除影響於吾人理論外，於實用上亦甚重要。如欲文明之長久保存及進步，吾人當更留意於生命之網，於社會上當更留意於各種新奇之交接。不知規則不能競技，此種規則，卽含認明生命之網之意。吾人爲系統中之一份，此中之關係，非一動作之第一第二結果可入計算，應注意者，乃結果之總量也。

參考書

- Liebeden, *Animal Parasites and Messmates* (International Science Series, 1876).
- Darwin, *The Origin of Species* (1859) and *The Formation of Vegetable Mould through the Agency of Worms* (1881).
- Dendy, *Animal Life and Human Progress* (1919).
- Gaye, *The Great World's Farm* (1893).
- Geddes, *Chapters in Modern Botany* (1893).
- Keeble, *Plant-Animals* (1910).
- Kerner, *Natural History of Plants*.
- Lankester, *The Kingdom of Man* (1907)
- Mill, *The Realm of Nature* (1892).
- Müller, *Fertilisation of Flowers by Insects* (1883).
- Newbigin, *Man and his Conquest of Nature* (1912).
- Ritchie, *The Influence of Man on Animal Life in Scotland* (1920).
- Semper, *Animal Life* (1881).
- Shelford, *Animal Communities* (1914).
- Skene, *Common Plants* (1921).
- Thomson, "Man and the Web of Life," in Dendy's *Animal Life and Human Progress* (1919).
- Thomson, *The Wonder of Life* (1914).
- Thomson, Margaret, *Threads in the Web of Life* (1910).
- White, *Natural History of Selborne* (1788).

第十篇 生物學 (赫胥黎 Julian S. Huxley 著)

國立東南大學動物學教授
美國哥倫比亞大學生物學碩士 陳

楨譯

生命之性質——生殖——復發——無管腺

生物與非生物

生命之真相何如？此問題發生已久。人智初開時，以爲宇宙間一切事物皆具人性，以爲風，河，鳥獸皆有生命靈魂如人類，甚至如福爾泰 (Voltaire) 云，「依己之形以造上帝。」凡此種種以己度物之思想，曰物人同體主義。自科學及理性方面觀之，物人同體主義實爲思想之罪惡，欲明物之真相，不先拋棄一切成見，一切本能的思想，然後苦心勞思，從事於難而可靠之理想與實驗。

持物人同體主義者以爲一切生物之所以生活，皆因其體內含有生命之靈。靈在則生，靈去則死。然近代研究之結果，使其相反之學說愈爲可信。其相反之學說即生物體內並無生命之靈，生命二字不過爲一名詞，用以指一種有特殊複雜的

構造物之種種表示耳。

如以一小室佈置爲大量熱器，使一動物或人居其中，供以食物而計其工作與發散之熱。另取等量食物燃燒之，亦計其熱量。二者所發生之熱必相等。能力不生滅之原理可以行之於汽機或電機，亦可行之於犬體或人體。生物體內實無特別之生活力，爲非生物所未有者也。

生物之化學成分亦然。其所含之化學原質非特無非生物界所未有者，且爲非生物界所常見之物。生物體之大部爲炭氫氮氧四物所組成。此外，常見之物有鐵，磷，硫，鈉，鉀，鈣，綠數物。碘質或亦在上列之內。

前人曾以爲生物與非生物可因其化學製造之能力而辨之。化學物品中如澱粉，糖，蛋白質，尿素等皆自生物體內生成者；故前人以爲此等物之製成非藉『生活力』不可。然至十九世紀中，福來耳 (Wohler) 發明一法，可用非生物製成尿質於玻璃管中。其後人造之有機物日漸增多，因而有機物爲『生活力』製成之說不能成立。

自生物體內分出之化學物中以蛋白質爲複雜，其分子爲數百千之原子所組成。此等分子初則互相聯合，成爲比較的簡單化合物，曰銜基酸；多數之銜基酸又

互相聯合而成種種不同之蛋白質。費西兒 (Emil Fischer) 已發明一法，可使許多銹基酸聯成一甚複雜之化合物，以非生物用人工製成蛋白質之方法，不久定可發明也。

生物與非生物之分別實無科學的標準。二者之物質相同；其工作之方法，力之變換亦同；所不同者惟在組織之方法耳。生物為常物之一種，有特別複雜的組織者。讀者如疑吾言，試思同為二十六字母，可因排列之不同，或為文章或為廣告。生命起源問題至今尙未能解決。據吾人已知之事實推之，大約星氣凝成地球時，溫度漸降，非生物中產生一種新化合物，可以生殖己體，與感受刺激，此即生物也。由此而與他生物發生，換言之，一切生物非特從一共同之始祖發源，且同由非生物發生。

一

心靈能否自非生物發生？

然則心靈何自來？人與高等動物皆有心靈。心靈可否亦來自非生物？倘吾人擴大大物質二字之定義，未嘗不可以心靈亦發源於非生物。近代心理學說皆以為自

覺非心靈之唯一的發展，乃其最高發展。此外，尚有低級者，如兒童之知覺與催眠術及心理分析中發現在下意識下之心靈。由此觀之，一切生物皆有如心靈者在。更進而言之，雖非生物中，亦有與心靈相等者也。誠如是，則吾人當從拍而克 (G. H. Parker) 之言擴大『物質』二字之定義，因物質之性質包含心靈在內也。

欲使上說易於了解，特設一比喻。吾人皆知筋於收縮時常發電少許。腺之分泌亦於同時發電。一切生命現象或皆有電之變化附之。然尋常所發生之電量極微，無益於多數生物。惟電鰻及數種魚類，體內筋肉之一部變更成爲一積電機官，能積微量無用之電而利用之。換言之，電之變化爲一切生物所皆有而必有；惟此數種生物具有特殊之機官，能增大其變化而利用之。設電爲心靈，積電機官爲腦，則可知一切物質皆含極微少之心靈變化，惟數種經天演而具有特別機官曰腦者，能積此微小之變化，爲心靈而利用之。

生命起源論

關於生命起源問題，除上述學說外，尚有其他理論。一說以爲地球上之生命來自他星球，生命之種子可附隕石自他星球運至地球；然此等學說僅能推此問題

至地球外，實非真能解決之也。

地球上現在之狀況已與生命初發生時不同，生命之自然從非生物發生，已不可見。此近代種種試驗之斷論也。生命可於現代自非生物發生之說由來已久，原人皆信之，科學界中至十九世紀中葉之後始無有信之者。通常所信之死屍變蜂說，實來自聖書及福及爾 (Virgil)。雖至今日，村夫仍以爲馬鬃 (Virgil) 入塘，可變爲鰻；腐肉生蛆之說至十八世紀中經雷迪 (Redi) 之試驗，始知其不可信，蓋腐肉之上若蔽以網，則蠅不能入而生卵，以變爲蛆也。

顯微鏡之發明，使科學家發現一

向所未知之生物世界；其中有原生動物，單細胞植物，霉，細菌等微生物。科學家初以爲此等微生物可從非生物自然發生；後經法之大生物學者巴士特 (Pasteur) 及英之大物理學者聽得爾 (Tyndall) 等之精巧試驗，始證明微生物亦不能自然



池水一點在顯微鏡下現出之狀，內有各種單細胞植物及其他物體

發生。倘以尋常易生微生物之物置器中，塞以棉絮，然後煮沸之；冷後，雖經久不腐，微生物亦無從發生；蓋器內之微生物已滅盡，而器外者無從入內傳種也。棉絮塞

巴士特 (Louis Pasteur)

法國之大科學家。其一生事業，始從事於化學，繼研究生命發源問題，後復在細菌學及天然免病學中為先導之試驗。



口，可使空氣之流通無阻，而微生物之種子不能入內。巴士特證明一切腐爛與微

生於奶油餅上之

藍色黴菌

奶油餅藍色黴菌之

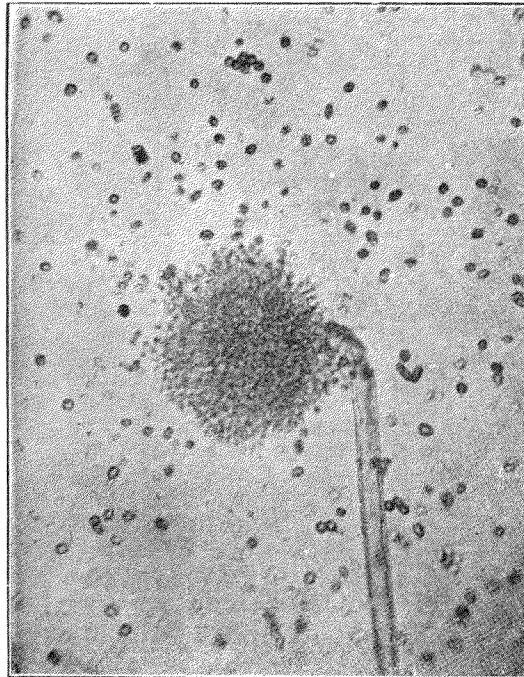
孢子嚙正開裂散放胞

子，此種孢子浮於空

中，以後落於食物上，

復繁殖而成許多之新

黴菌植物。



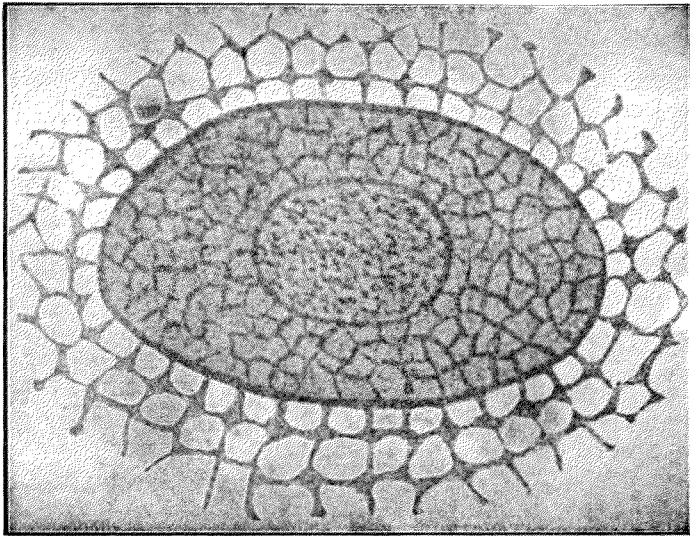
生物發生皆由於空氣中運入之微生物種子所致。因此及其他研究細菌學及其實用法得以成立。科學家探求真理，不計實用，其所得結果往往爲人類增無窮之實用的利益，巴士特之貢獻卽其例也。

一切生物皆自古生物產生；自萬兆年前地質史中生物痕跡初發現時，至今日生命之環未嘗間斷。

二

原生質與身體之構造

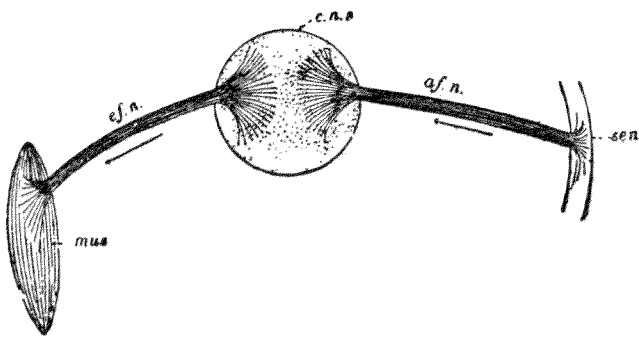
十九世紀之大生物學家曾爲原生質作一定義曰：『生命之物質的根基。』此物爲一切生物體中之生活部分，體中非生物如髮，骨之堅硬部分，儲積之脂肪物或澱粉等，皆原生質活動所產者也。自顯微鏡中觀之，原生質爲半液體，粒狀無色之物，其外觀似甚簡單，然自化學方面觀之，實極複雜。下等生物如變形蟲等僅爲一塊裸體未分工之



牛之神經細胞核與核外原生質之一部。

原生質，但一切高級動物精巧機官之所能者，此等未分工趨異之原生質皆能爲其大概。例如此等原生質有同化能力；能以死物製成生活分子，以異物變爲己體。不特此也，此未趨異之原生質且可感受刺激。機械的刺激使其收縮，強光烈熱使其損傷，化學品有攝引之者，有拒却之者，電流可使其自一定之方向前進。因原生質有上述種種能力，故自其天演而成之高級生物，有複雜之感覺機官。因變形蟲之原生質能感光之刺激，故高級生物之眼可以演進而成。反之，無線電浪不能感動簡單原生質；高級生物亦無接受此浪之機官。

變形蟲消費氧氣，發出碳酸氣，可行動，生長，與生殖。此皆原生質之基本的性質也。生物界中幾近一兆數之種類，皆自原始的原生質演化而成，無論其爲動物或植物，鯨魚或跳蚤，橡或菌，帶蟲或飛鳥，細菌或百合，水母或蟻羣，蚯蚓或哲學家。



反射弧之圖

- af. n. 收感神經；
- c. n. s. 中央神經系；
- ef. n. 放射神經；
- mus. 筋肉；
- sen. 司覺面。

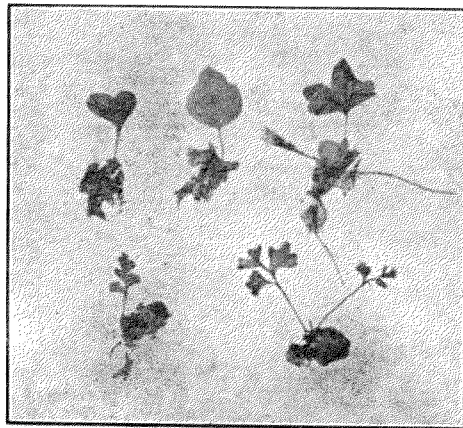
生命之單位

吾人已知一切物體——如銀幣一枚，清水一杯，或鹽一粒——皆極微之物質



鳳尾草葉上之子囊羣

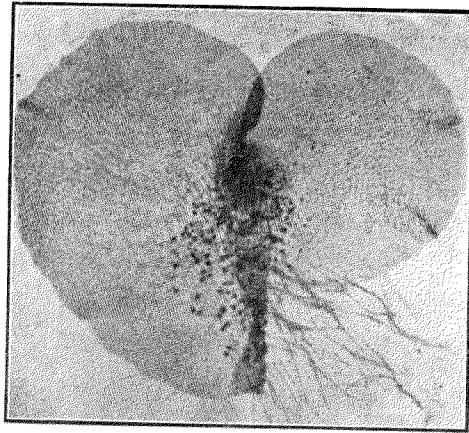
在鳳尾草葉之背面，能見有微小之棕色孢子囊，子囊乾即開裂，且將許多之孢子散出，孢子發芽即生原葉體。



幼稚之鳳尾草，於原葉體上方生出其第一葉之狀(天然體積)。

的單位曰分子者所組成。生物體亦如是，惟其單位非分子，乃細胞也。如取人體或動物體而解剖之，則知其為各種機官所組成。此等機官有胃，腦，手等，各司一職，共

為全體服役。倘進而解剖機官，則知各機官皆為多種似純體的組織所組成。例如胃官之內部為分泌組織，外部為筋組織，聯合各部者為結締組織，貫穿各部者有



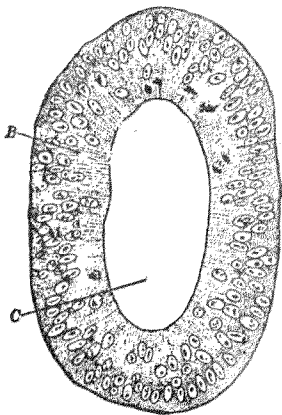
鳳尾草之原葉體，有各種器官皆自孢子囊之孢子所生出。

示明雄精囊，雌精囊及下面之假根(放大多倍)。

血組織及神經組織。

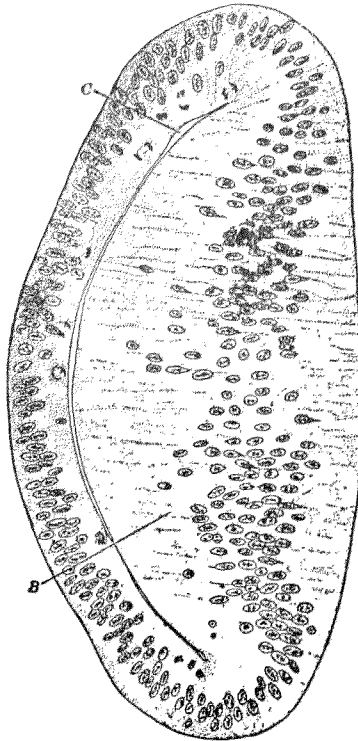
若取似純體的組織置顯微鏡下窺之，則見其實非純體，乃多數單位

名細胞者所組成。血中細胞各自分離獨立，其他組織中之細胞則互相連接。常人多以人類發源於猿類，猿類發源於其他低級動物為難信。殊不知無論何人，其身



雞眼之靈視內
細胞之趨異

(1)在六十八小時之斷面；(2)在九十六小時之斷面；在B處有若干細胞變長且透明。C靈視之空穴，此空穴後漸消滅。



體皆自微小之細胞發生趨異而成。

高級生物皆自一細胞發生，在人類則此細胞為受精後之卵；其直徑不過一百分之二十五分之一英寸。自卵至成人之發生，乃此細胞之增多，遷移，與變更形狀。

發生之初步為分裂一卵，成多數同樣之圓形細胞。其第二步乃排列諸細胞為三層，此三層為一切高級生物所共有。

其後，此三層細胞漸變為諸重要機官。外層變為將來之腦，脊髓，眼，耳，鼻，皮膚；內層變為將來食道與肝，脾，甲狀腺；中層變為將來之血系，腎，筋，骨及生殖細胞。惟生殖細胞與其他組織無密切關係。

此時多為將來之機官，雖略可辨別，然尚不能工作，因其中細胞尚未趨異為組



成熟之花粉自錦葵花之雄蕊上落下時之攝影(放大多倍)

有極多量之生質生於生殖質之內，且為生殖質所生。
每一粒花粉為一生殖細胞，將所含為生殖作用之雄性
與子房內卵細胞所含之雌性相聯合。

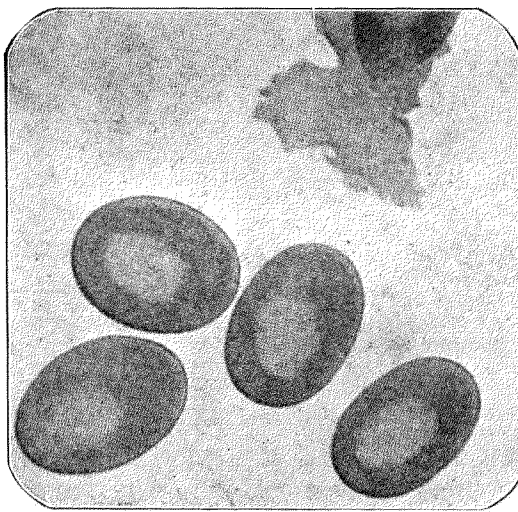
織也。迨各機官中同樣之圓形細胞漸變為種種形狀不同之細胞，即成組織，各司一事，然後各機官可以工作矣。細胞變化之重要者，略述之如下。

血細胞

血細胞有二種。一種甚活動，狀如變形蟲，能常變其形，亦能吞食雜物，此類血細胞曰白血球，又曰食細胞。另一種為紅血球，血液因之而有紅色，其狀如球內含紅色之血質，血質易與氧氣及碳酸氣聯合，故為呼吸作用之運輸器。此等紅血球生自長骨髓中，經久消損後乃歸入脾而消滅。

體內空處需平坦之裏面，其裏面之細胞乃變成扁形，互相砌合，成一平面。腺之內部須製造及發出種種化學品，其中細胞乃變成長形，內含分泌液。

組織之儲藏食料者，其細胞張大胞膜，以包含油點等物。雖堅硬如骨亦為細胞



蛙之四紅血球與一白血球；此白血球包圍一已經消損之紅血球（放大六百倍）。

所製成。例如軟骨中有圓形細胞製成類玻璃的膠狀物多層附着於其周圍。骨內則有細胞製成含石灰之硬物聯合各機官之締結組織，其大部分乃微細之纖維所組成，其纖維有強韌者，有可伸縮者，皆締結組織中分散之細胞製成者也。

吾人所食之肉，其大部分為筋，筋亦細胞之所成也。平滑筋，如膀胱中之所有者，其細胞甚長，具有淡色長腺。筋之另一種曰橫紋筋，吾人肢中有之，其工作受意志之直接管轄。內中細胞甚大，且多細胞核，在顯微鏡中觀之，此類細胞中多橫紋，為明帶與暗帶相間而成，此橫紋為快速伸縮所必須有。昆蟲之翼振動極速而其筋中之橫紋亦最發達。

外皮又曰皮膚，其細胞之唯一命運為犧牲己體以利全體。皮膚之下層為圓形細胞所組成，此等圓形細胞繁殖極速。所產生之細胞皆向皮膚之表面進行，及其將近表面時，其固有之圓形漸變為扁形，後乃變為角狀物，最後則成皮屑而消散。皮膚之上無時不有此等皮屑之散失，因其為量甚少，無人注意及之。倘綳帶縛體日久後，偶一開視，即可見其中所堆積之皮屑也。皮膚以此法自新，其外層之舊者時時脫去，新者時時自下層變成，吾人之指甲及髮亦如皮膚之時時有細胞變為角狀物，惟在此則角狀物體較為永久。

腦細胞

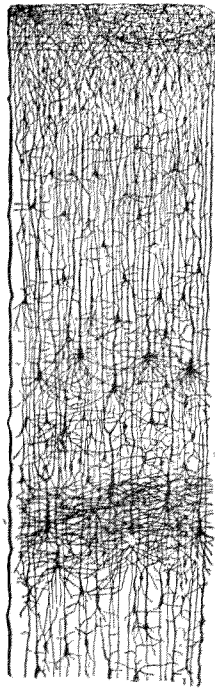
心靈所在之機官爲腦，腦亦爲細胞所組成。腦細胞及脊髓細胞之發生最爲奇異，胚胎中之腦細胞原爲簡單圓形與其他細胞同。其後此細胞發生伸出物爲數常爲二，此等伸出物常分枝有時甚長，其最後之細枝有連接於筋細胞或腺細胞者，有連於感覺機官如眼耳或皮上之觸點者，有連於其他神經細胞之分枝者，因此等分枝之相連而身體中各器

官能互相感應，如電話之於城市。傳達使命至筋及腺者爲動作神經細胞，此等細胞有一短枝在脊髓中與數別種神經細胞連接。另

有極長之神經纖維延至筋細胞，連接足筋之神經纖維，長達數尺。

最異常之細胞爲在前腦中者，此等細胞位於思想所在之處，其互相連接之複雜可以圖中見之。因其連接複雜，始能有奇異之意念連貫。

生物之生殖亦細胞之事也，專司生殖之細胞成於生殖機官中，成熟則散出。成



人類前腦部中之許多
細胞與連繫絲之圖
(放大多倍)

熟之初雌雄二種生殖細胞同爲圓形，內含大細胞核。成熟時雌生殖細胞，不變其形狀，祇增大其體積，以儲蓄蛋黃粒爲胎之食料。雄生殖細胞則不增大其體積，而變更其形狀爲雄精，其細胞核變爲雄精頭部，其餘部分則變爲長尾，尾之擺動使雄精游泳而達卵。

四

身體爲一大細胞國

細胞之體積極小，每立方米釐之人血中，含有紅血球五兆，幾與倫敦人數相等。每人身體中平均約有血七磅，如是則上述之數必須乘三兆次始得一人體內紅血球之總數。他種細胞數目之大與紅血球等。

由此觀之，身體乃一極大之細胞國，其中細胞人口數千倍大於全世界人類之人口數。思想之一變須得極多數腦細胞之通力合作。肢之一動須千萬筋細胞之縮小，心之一跳使萬兆之血細胞旋轉而入血管。凡此細胞皆各爲生命之單位與單獨生活之細胞如變形蟲草履蟲相髣髴。積此無量數之細胞爲一體，而強迫之使其互相諧和，通力合作，以利全體，實爲生命天演之最大成功。強迫之必須與難

行又因瘤之生長見之。瘤內少數細胞不遵全體之命任意繁殖，其他細胞因而受損，以致全體滅亡。

五

生殖

生物之最要特色爲同化作用，同化作用者，以其周圍之簡單物化爲與己體相同複雜物之謂也。原始生物之同化作用，速於其相反者，其身體內新分子之造成，速於其舊分子之消費，結果卽爲長大。

然長大體積，不能同時長大相比例之面積，譬如增多人口，不能同時增多相比例之人口與出口貿易之便利。因此發生之困難，爲一切生物所皆有，自低級生物至高級，生物之天演中，頗多專爲免此困難之方法。

雖然，最低級生物實未嘗以此困難爲重要，及其感受體積過大困難時，此等生物可以分裂身體解除之。此一體分裂爲二之專門名稱曰雙分，細菌，單細胞動物及植物，高級多細胞生物體內之細胞，皆以此法繁殖。

此等最簡單之生殖法無需兩性，亦無消失之物，所有者惟全體分爲二部，每部

重行組織成爲二個全體。

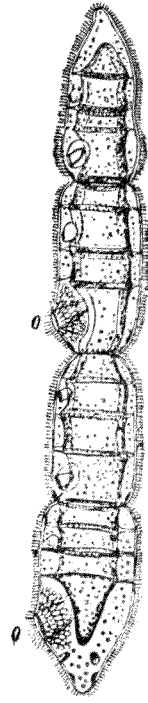
多細胞生物之簡單者，亦常以分裂爲普通生殖之法，蠕蟲之中多有以此法生殖者。有時其分裂後之子體互相連接成長鏈

(見圖)。

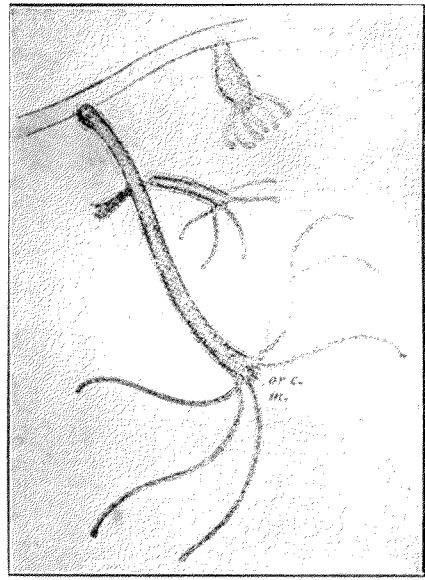
天演愈進，則分裂法之實行愈難。例如昆蟲墨魚等物之體甚複雜，若以分裂爲生殖法，則分裂後之半體變爲整體極難且緩，在此變化中其行動必不能靈敏，終必至爲其仇敵所捕。

故複雜生物必須有別種生殖方法。其一種爲發芽，珊瑚蟲及其他腔腸動物，蠕蟲，脊椎動物之退化的親族海鞘多行之。

發芽生殖實爲不相等之分裂，母之全體無變更，其體之一小部變爲一小全體，此全體曰芽。未長成之芽常連附母體，有時芽又生芽，相連成鏈，新單體



由裂殖所生彼之扁形蟲如綫狀此接連如綫狀惟尙未生長完全。O, O, 口部。



芽生之繁殖法
兩水蛭放大之形，其一正收縮，另一則爲伸放而未放滿之情形，後者有不同時期之兩芽。
m 口部，c 口下之椎形體。

之生成甚速。

分裂生殖之困難，可因發芽生殖免去其一部。然動物之有複雜的骨架者殊難行之。不特此也，最高級動物之普通身體組織，已失去其無限制長大之能力，而發芽生殖則非有此不可。

雖然，多細胞動物及植物之生殖，常與其兩性相連。兩性須二細胞之聯合，因此，多細胞動物體中必須分離二細胞，此二細胞相聯合後乃繁殖長大為一新多細胞生物。

然單細胞動物亦有兩性交配，

例如草履蟲之非兩性生殖為分殖。每日分裂一次或二次，如是分裂可繼續數月或數年。有時此無限之繼續分裂為接合所中斷。接合時草履蟲兩兩成對以口相接，二者體中之液體物自口相通。其細胞核（細胞核為遺傳性質之負荷者，前章已言之矣，）經複雜之方法而分



松芽中心之切面

示明生長點之所在，在彼處有細胞正分裂而成各種細胞，此等細胞再經特別改變，即可進行植物之各種工作。

裂，分裂後其幼核之一移入其相配之草履蟲體內而與其中者聯合。此後二草履蟲乃分離從事於分裂。

多數或一切單細胞動物及植物，皆有草履蟲式之接合，惟細菌似無之。接合之法有時似較簡單，二生物初則相緊連合其身體，然後連合其細胞核，終則二者合爲一體。然無論如何，凡爲接合，皆有來自二生物之細胞核之連合。

兩性之事以接合爲最簡單，其可注意者有二：一，兩性之連合可無需性之不同，相連合之二細胞曰配子，二配子可以相同。二，原始生物中兩性非與生殖聯結。

在多細胞動物則不然，其配子永爲二種，一爲雄配子，又曰雄精，一爲雌配子，又曰卵。前者常極小，甚活潑，分頭尾。頭部內含細胞核，尾部之擺動使其游泳。後者頗大，有時甚大，不能行動，內藏食料以供將來胎之生長。

多細胞動物生長至一定程度後，其體內可產生多量之微小配子。產生此等配子之時期甚久，每一雌海膽每年所生之卵數約與倫敦之人口數相等。任何高級動物，其一生所產之雄精數，不特多於現在人類之總數，且多於自人類初出現至今日人口之總數，故此等動物之唯一生殖法乃兩性生殖。

多細胞動物之身體較小，壽命較短者，頗難實行兩性生殖。雌體甚小，故每次所

生產之卵不能多。倘無雄者，則雌數倍增而生殖者衆。故動物之中倘其身體因過於複雜不能實行分裂與發芽，又因過小難行兩性生殖，尙有一法可以生殖，此法曰單雌生殖。

有母無父

單雌生殖之卵無須與雄精連合即可發生。兩性生殖之要點爲二細胞核之連合，故兩性之卵非受雄精入內之刺激不能發生，所以確定二細胞核連合之必行也。單雌生殖之卵無需雄精之刺激，成熟即發生。此亦生殖爲無限長大之一例也。木虱，水蚤，輪蟲等皆行單雌生殖於夏間，至秋則產生雄者。在他種生物，有時可以人爲方法使兩性之卵不受精而發生，雄蜂皆自未受精之卵發生，有母而無父，受精之卵則發生爲蜂后及工蜂。

總結前言，生殖皆爲長大之結果，皆爲生物之一部脫離餘部變爲第二生物。天演之初，此分離之部與餘部大小相等，天演漸進，則分離之部漸小於餘部，愈進則愈小。兩性之事初與生殖相反對，後乃與之聯結。

復發

非特生殖爲無限生長之變相，復發亦如之。吾人因人體及尋常易見之高級動物皆無復發，故以復發爲奇事。實則在最低級生物中復發爲必需，而且不得不有者也。任何動植物之形狀及結構皆爲其體之組成與環境相均衡之結果。非生物亦如是，設以水銀一點置碟上，其所成之形狀約如球，所以如是者，因水銀與空氣交界處及與碟交界處之表面張力使之然也。倘分此一球爲二部，則每部各自成一小球，水銀點如爲生物則可曰其形狀爲圓球，其全體之任一部能再組而成一全體形狀。

吾人如以一微小之單細胞生物分切爲二部或多部，其中之一部如含有細胞核且不過小，則可再組其體以得均衡。換言之，此全體之一部可以改組成其種類之普通的全體形狀與構造。不特此也，此一小全體且可生長，此則爲水銀球之所不及，在此等簡單生物中，復發爲再組與長大二者之結果。



復發之圖釋

一扁蟲受割致生額外之兩頭兩尾。在伸縮喉端之口見於體之中部，另有一新喉道及一新口與在體左方之頭相連接

雖在多細胞生物，亦有如上述之無限的復發，水螅莖之任一段，扁形蟲體之任一塊，皆可再組而成一新全體。

產生新頭

大生物之復發頗複雜，此可於扁體蟲見之。扁體蟲之一塊如與其餘體相離，則先復發一頭部。頭部成，則其餘各部皆受其節制，而自首至尾以次復發。由此觀之，身體之任一部似能管制其後各部，如於體旁割破少許，則被割之處，常受大震動，因而不爲其首部管束，別生一新頭。有時被割之處能長大，惟新長之組織仍受舊者之影響，其結果乃產生新尾。用上述之法可製成多種怪狀物，有多頭者，有多尾者，有二頭相背而無體者。不特此也，以人爲的方法，且可變更動物之指極性例，如水螅莖之一塊在尋常僅復發一頭於其前端，然如使其過稀毒或麻醉劑，則全塊失其趨異之各部而變爲不成形狀之一團。如以此團改置清水中，仍可復發，惟其所復發之頭部不在前後兩端，而在其上面之養氣供給最多處。

最奇者乃海綿水螅等物，雖分至其組成之單位，仍不失復發重長之能力。如以海綿切成細塊，然後以最細之絲篩濾過之。除海綿之細胞外無他物可過篩之細

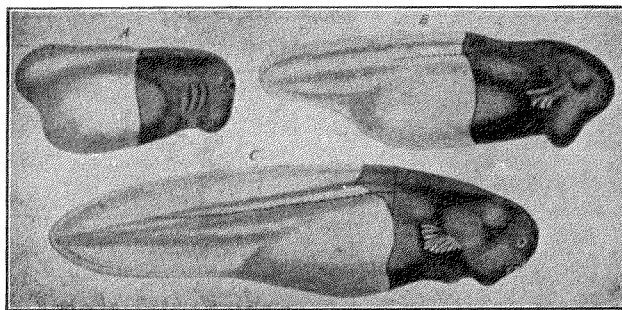
孔，凡過篩孔者皆爲單獨細胞或數細胞連結之細塊。此等細胞及細胞團，初則落水底成薄膜，後乃相連合爲多數小球，大略如海綿胎。最後每一小球內之細胞各自重行排列於適當之處，使小球組爲一小海綿而成生物界可證實之奇事。

七

奇異之試驗

此外奇事，尙有接體試驗，亦因生物之再組能力而有者也。蚯蚓數段之接爲一體頗易，以此法可接成非常長者；非常短者；中段之前後顛倒者；此等蚯蚓皆甚健全。尤異者爲哈芮生 (Harrison) 之奇異試驗。此君以新孵蝌蚪之前半段與別種蝌蚪之後半段相接。此連合之物能生活，生長，且可變體成一尋常之蛙。其異常之處惟顏色半淡半深，蓋所接二種蛙之色不相同也。

植物接體之連合有較前述更密切者。文克樓 (Winkler) 以芋屬植物之一種接於別種植物本幹之上，待其完全連合後，切幹視之，所見二種植物交接處發生之



此圖爲表明一種蝌蚪之前端被割而以之接生於別一種蝌蚪之後端其各時期生長之狀

芽，乃混合二種之組織而成者也。其內層爲一種，外層爲別一種。此連合的植物，接體的雜種，頗健全，惟因二種組織之長大速度不相等，故外皮不能密附於內心，葉形屈縮，此外無他異常之表示也。

動物愈演進，則復發之能力愈減。斷去蟹或蠓眼之一肢，尚可復發一新肢以補之。若切斷其全體爲二，則皆死矣。動物能復發體之一部以補所失，不過多，亦不過少，初視之似甚奇異，然如以均衡視之，則易了解。均衡因失體之一部而擾亂，非至所失者復發不能使均衡復原。

如變更內部之機器或外部之環境，則均衡可不必如前，而結果非尋常所得。例如扁形蟲之復發時，若溫度過低，則不生新頭，過高則新生之頭大於尋常者，此因外界變更而生之異常結果也。因內部變更而生之異常結果，以蝦類之試驗爲最奇。蝦類之眼生於柄上，腦之司視部分，位於柄端。如祇切去眼，則復發一新眼以補之。如眼與柄中司視之腦部同割去，則復發者非眼，乃一觸角，與其固有之觸角同。欲得此結果，其復發之神經非與腦之餘部相連不可。可見腦之各部對於決定復發者爲何物極有影響。

與上述試驗相似者，有蠓眼內鏡之生長，亦證明身體之一部可影響他部之

例也。眼之發生爲混合的，眼中有感覺之部，卽感光膜，成自腦之杯形伸出物曰眼杯者，鏡乃杯上外皮之增厚變成者。種種試驗已證明鏡之生成於適當有用之處，乃因自眼杯發生之化學的影響（與無管腺之影響無異）加於皮上之故。如將杯上之皮割去而以他部之皮或他生物之皮接補之，則此新接於其上者亦可生鏡。如將此眼杯割去接入他處如尾部，則頭部不復生鏡，而尾部之皮生鏡於眼杯之上。

一部感動他部之影響，爲胎之發生所必有，發生中種種由簡而繁之變化多因之而生。

八

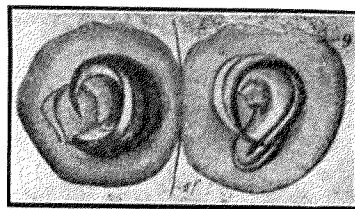
棄尾救生

最高等動物不能發生其所失之大者。鳥及獸所能復發者惟在小部損失。有時此原始的復發能力因特別情形而保存於一部。例如蜥蜴不能復發其失肢而能復發其失尾，蓋因蜥蜴逃避入隱處時其尾易爲他物所獲也。其尾之脊椎爲特製，可以隨意收縮其筋，而斷之以棄尾。除尾外無他機官可以復發。此動物棄尾以救

生。

上述之限制復發能力於一部，不特見於天演中，亦可於個體發生中見之。例如蛙不能復發其失肢而蝌蚪能之，蝌蚪不能割斷為二部各自成全體，而最初發生時期中之卵能之。以線繫水蜥發生之卵而收縮之，可分之為二部，各自發生成一完全之水蜥。一卵本應長成一水蜥，因被分為二而成二水蜥。此試驗與人類有關。人類之雙胎有二種：一種為二受精之卵所成，故長成之二人相似，如普通之兄弟姊妹，不必同為男或女。又有一種雙胎曰相等雙胎，為一受精之卵因偶然原因分為二部，各部自成為一人，故二人極相似，幾不能辨別之。二者同為男或女，相等雙胎本應為一人，因偶然而成二人。

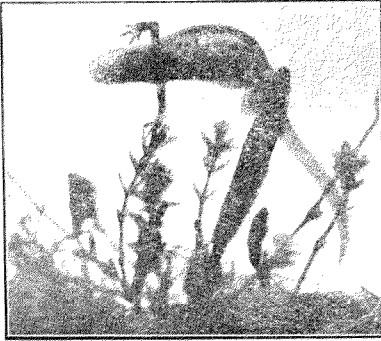
前文有高級生物皆行兩性生殖之言，然此祇限於已長成者。至於發生之初，雖最高級生物亦可行非兩性生殖也。哺乳動物之一次產生者，普通皆各自從一受精之卵發生。然塔克薩司狢狢每產必有四，四者皆自一胎發芽而成。在狢狢則相等胎為尋常之生殖法，在人類則為偶然。二者皆無限的生長及再組能力之結果，



試驗的胚胎學

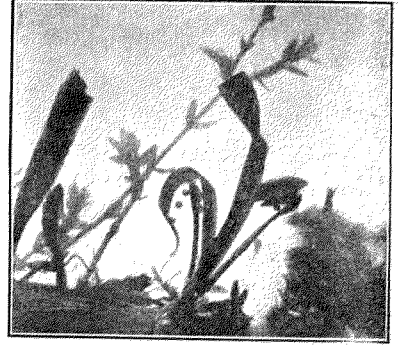
以人工使水蜥一卵雙生，乃係於一水蜥之卵分為兩個時，以一線繞繫而緊之，將此兩細胞隔開所致。

sf, 線, g, 凝漿膜。

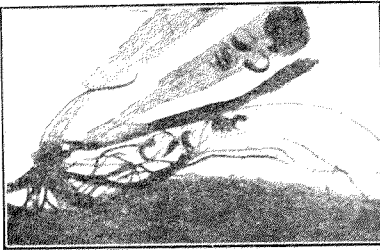


圖一 雌水蜥在水中產卵之狀，在水面下之攝影

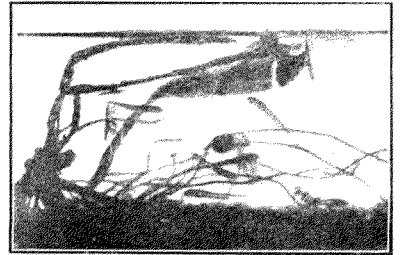
水蜥以其兩後腿劈折一葉，且產一卵於折縫中，如第二圖所示。



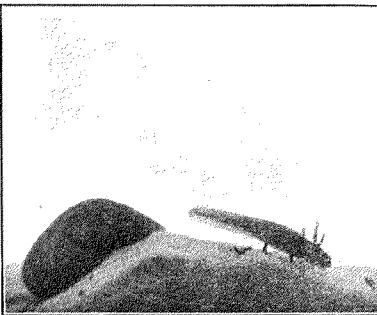
圖二 水蜥之卵附着於水中植物之葉上



圖三 幼稚之水蜥蝌蚪將欲自卵內孵出之狀



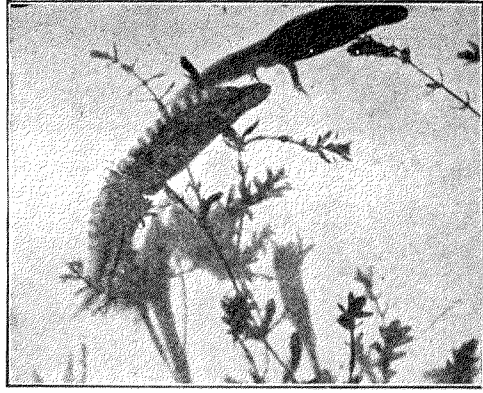
圖四 水蜥蝌蚪甫自卵內孵出之狀



圖五 水蜥蝌蚪之頭之上部有羽狀之鱗片向上浮起



圖六 水蜥將近長成以達其陸地生活，在方欲離水成為陸地動物之前之狀態



圖七 水蜥因交配季至復入水中後脫皮之狀

圖八 雌雄水蜥在交配季中之狀

(注意雄水蜥之流動之冠及其闊尾)

此一切生物發生之初期所共有者也。

與上述者有關之另一問題為瘤，瘤內少數細胞不遵全體活動之節制，任意行無規則的生長。不特此也，此等細胞退化為原始的形狀，其長大與繁殖之能力增，而實行普通工作，以其其餘細胞合作之能力減。

高級生物體中之精細的均衡，可於鼠之自然瘤見之，司來女士 (Zillya) 以雌鼠之生瘤者分為二組，以一組與雄者交配，別一組則不配以雄者。後組之瘤生長甚速，約經一月鼠即死。前組則不然，當其生殖不息時，瘤之生長幾等無有。生殖一停，瘤即長大。換言之，瘤與發生之胎爭食料，胎勝，故無餘食以供瘤之長大。吾人對於瘤之問題，現雖距完全了解之期尚遠然。自復發管制與被管，發生中長大能力

之漸減，動物各部之互爭等事實所得之大意，已足爲將來研究進步之初步。

老死 九

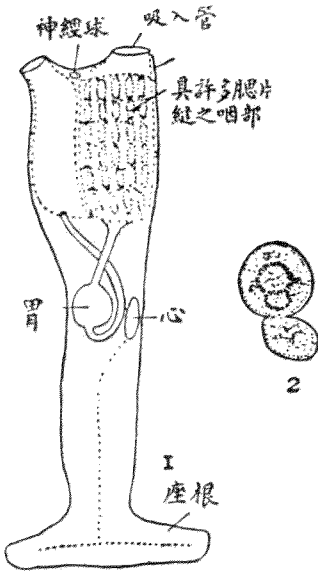
單細胞生物，行分裂生殖可謂爲無死，至少可謂爲無屍。個體條現條滅，倘無意外事，則組成其體之質，可以經生長與分裂之長流，綿綿不絕。在多細胞生物惟生殖細胞爲此長流。此外之身體經若干時後，雖無意外事亦不能免一自然之老死。大概言之，天演愈進，則個體之生命愈長。此延長之生命由於生長時期之延長者少，由於長成時期之延長者多。低等生物之長大爲繼續的，以死爲終點。然在高等生物，則長大時期終止較早，其後尙有一時代，其體中之變化減至最少，不足因生理的變更，而擾亂其應用所學於生命之事業。

低等動物之中，趨老之變異爲可逆的，且可以試驗方法阻止其進行。例如單胞生物之分裂與個體之消滅，似因體積增大之所致，若待其增至滿格的體積時，割去體之一部，則可停其分裂至無限之久。再者，扁蟲除有非常之復發能力外，且可忍耐長久之饑餓而不死，饑不得食則以漸減小其己體爲生活之資，體積漸減時

其活動反漸增，此漸增之活動，似為返幼之表示。若使扁形蟲饑飽之時代相間，以免其達滿格的體積，則可免其老。卡而德教授 (Prof. Child) 曾證明此不老之現象，可經久至試驗者不復忍耐以繼續試驗。

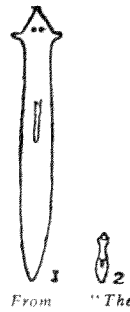
休息時代

別種動物另有一非常之退回生活，其法為回返簡單，因其與趨異相反，故可稱此法為反趨異。例如海鞘之一種，雖為久居動物，然頗複雜，有腮孔，心，胃，腸，神經系及生殖系。如其置於不適宜而不足以致其死之景况中，則此物縮小，漸不透明，體內各不同之細胞漸變為同樣，直至最後變為一團白色，不成形之物，內含者惟有少許圓袋及一堆散細胞以代表其原有之複雜。若以此物再置於清水中，則再發生為一通常之海鞘，較原來者稍小。此等反趨異之方法，於許多



退回生活(其解釋見本文)

- 1 一通常被囊類 (clavellina) 之個體。
- 2 同上動物之已經反異趨者。



受餓之扁形蟲

上圖表明扁形蟲因受餓之故，致體積縮小之狀。

- 1 未經長期受餓之前；
- 2 已經長期受餓之後。

單細胞動物及細菌甚爲重要。因其可以引至休息時代以渡過難關也。更有進者，反趨異後之發生，似可重復爲之，此等生物可恃以生活至無限之長久。

高級動物不能行此反趨異之方法。雖然，昆蟲或一切涼血動物之生命可以低溫度延長甚久。據羅伯 (Loeb) 教授之研究，美國小果蠅之壽命在通常溫度中爲五十四天，在攝氏三十度溫度中爲二十一天，然若在攝氏十度溫度中，則可延長生命期限至一百七十七天。

熱血動物如鳥獸，在長成時代中無生長，生命期限，不能以上述方法延長之。長成期中之生命爲一極靈之平衡，平衡一亂，則老期至而死繼之。

有趣之試驗

與上述有關者，爲近年來一新發現之事實，此事實爲全體雖不能免死，而其一部分組織多爲可能的長生。生活動物組織之一塊，可以精細方法取出養活於滋養液中，數日換滋養液一次。卡芮而 (Carroll) 在紐約曾自未孵出之雞胎中，取出一塊締結組織而養活之，可養活之時間甚久，較雞之通常壽命更長。尤奇者，乃塊內各細胞長大及繁殖之速率並不減緩。由此觀之，吾人不得不信平衡及各不同組

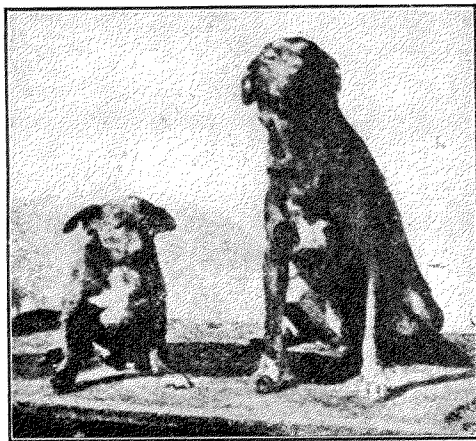
織之互相反應互相遏制爲死之引導。設食料與地位不缺乏，則無遏止之繁殖可無限的延長。

自實用方面觀之，惟延長全體之生存爲最要。如欲延長全體之生命，必先研究何種機官爲維持長成生命之平衡者，然後於其將衰時設法輔助之。

十

無管腺

吾人對於上述問題之知識尙極希少，然大概不外二重要機官。一爲無管腺，一爲神經系；其中之尤重要者爲腦。無管腺爲頃注一種分泌液入血液之機官，此等分泌液又曰激液，甚有影響於身體之長大，工作之速率，與各部之合作。例如腦內黏液腺有大影響於長大，於骨架長大之影響尤大，巨人似因此腺發達過度所致。甲狀腺液可稱爲生命火之通風，通風如不足，則火不旺而生一種病曰黏液瘤，其病狀爲身體與心理之懶惰，倘甲狀腺液過多，則引起過度之消費



黏液腺之影響於長大
上圖兩犬係一胎所生。在左者其黏液之一部分已被移去。

邁表示者經過外科術以激動其間隙腺，或以幼鼠之生殖機官接於老鼠體中，其

老 鼠 還 童



圖中之鼠已顯年老衰弱之狀，此類鼠可用外科刀術激動其間隙腺，或將幼鼠之生殖機官接生於其體中，可使之還為幼年之狀。

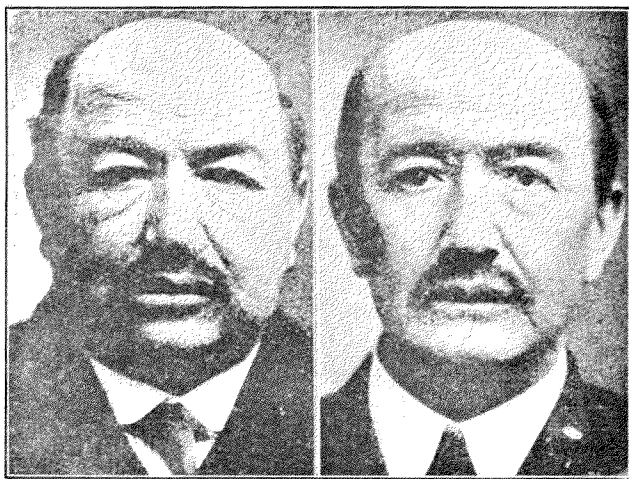


此圖與上圖為同一之鼠，惟此為經過司坦納的外科刀術而後還童之狀。

（食量雖亦增，）脈跳之增加，神經之過敏。生殖機官之一部曰間隙組織，其功能如一腺，所產之一種分泌液，有影響於一切與兩情有關之身體性質，與激動兩性之本能。維也納（Vienna）之司坦納（Steinach）曾研究鼠之轉老還幼，以鼠之有老

結果體內其他無管腺皆被激動還復其固有之活潑，而將衰之腦與心靈，亦皆還原為幼年之生活。此君以此法使鼠之壽命延長百分之四十，雖此結果尚需別種生物之研究以助證之，又需長久之試驗以定其是否可行之於人類，然關於延長壽命問題，已發現一研究之新門徑。倘得人才，經濟，時間（因其為費工，費財，精細之事業，）以從事於哺乳動物體內複雜機官之精密研究，則生物學中革命式的新發現，在希望之中。

此等研究至多可以延長壽命，最後仍必有一死。與此問題有關者尚有俄國科學家馬起聶可夫 (Metchnikoff) 之研究，此亦不可不論及之。此君研究人之真由年老，非因疾病及意外事之自然死。人之如此死者甚少。據此君之研究，凡真自然死，皆為無痛苦的與不可怖的。人之如此死者如經長日後之長臥。不特此也，陷擾人生之疾病與意外事可以人力防止其十分之九，誠能實行，則自然死可不為有



甲狀腺缺功症

上圖在左者(a)，尚未經用甲狀腺提液醫治之時，在右者(b)，已用甲狀腺提液醫治後。

福者偶得，而爲普通人類與生俱來之權利。

關於生物學之研究，吾人正脫離神話時代，經過觀察時代而入試驗時代。由此而往，更將入未嘗夢及之生命管制時代。因種種研究，吾人已知最可怖之死將來可以免，最希望之壽命延長，將來可以得，此乃有忍耐性的工作之報酬。

關於遺傳問題與曼德爾學說於『達爾文學說今日之位置』篇中討論之。

參考用書

- Child, *Individuality in Organisms* (Chicago, 1915).
Huxley, *The Individual in the Animal Kingdom* (Cambridge, 1912).
Metchnikoff, *The Prolongation of Life* (London, 1910).
Minot, *The Problem of Age, Growth, and Death* (London, 1908).
Morgan, *Regeneration* (London and New York, 1901).



馬起聶可夫(Metchnikoff)

馬起聶可夫爲俄國之科學家，彼在巴黎巴士特學院擔任繼巴士特所進行之工作。其所發現血液中之白血球有吞食異物之能力，或爲其成名之最大原因。

第二篇 生物之特性

國立東南大學植物學教授
美國意大利諾大學學士 錢崇澍譯

生物之全體觀察

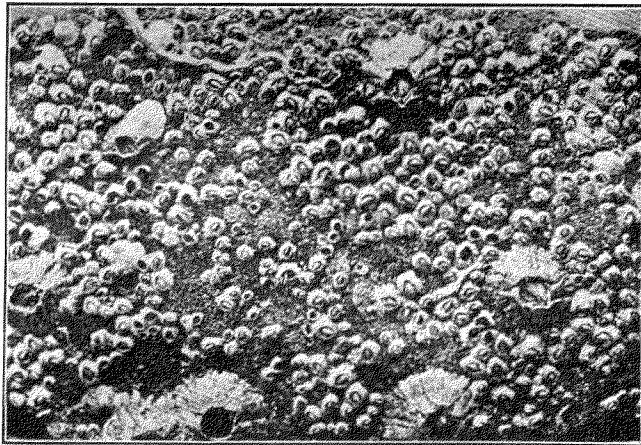
吾人可如解剖學家之所爲，分解一動物爲數部分，如助以顯微鏡，則分解可至極精細之域；又可研究各部分之生理作用，由是可知生物之體，實爲一錯雜之機器；蛾透明之卵，經一再分裂，漸成幼蟲；更奇異者，則幼蟲復能成蝶，此胚胎學家之事也；研究古生物者，則搜求化石，以期得自遠古者爲發明現今生物之明鏡。上述諸方法，固爲初究生物者所必要，但有不盡相宜者。吾人尤須有一生物全體之觀念，以窺生命之全。設一天文家專注力於望遠鏡，而不知衆星燦爛之天，吾人作何想像乎？生物學家之必須知生命之全，較天文家爲尤要，蓋生命之活動，更變化無定也。吾人非自各方面以研究，決無由以達之，故不事解剖而自生物全體之印象以研究生物之特性。今試自湯姆生著之活動自然界之系統 (J. Arthur Thomson's System of Animate Nature) 而一考其說。

活動自然界之所呈，實至奇偉。其生物，小自至微之滴蟲，以至偉大之鯨魚，小自生於牆壁之薄荷，以至賴朋納 (Lebanon) 之松柏。海網初起，生命之衆多難以指數，又設行於酷熱之草地，昆蟲撲面，宛若雲霧。同類之中，其形體之差異，個體之衆多，皆足以發人富厚之想像。生物生存競爭之何等劇烈；對於環境之若何適應；種類譜系相關之如何精微；生物變異之若何恆定；其華美之何等普遍。此種繁複之思潮經過後，吾人更可作較深之想像。此較深之想像，實爲生物學造成哲學一部分之資料。

有系統的紛繁個性

種類繁多

當吾人新至一邦，或未有經驗之人，新自海中撈網而一察之，奇異紛錯之思想，



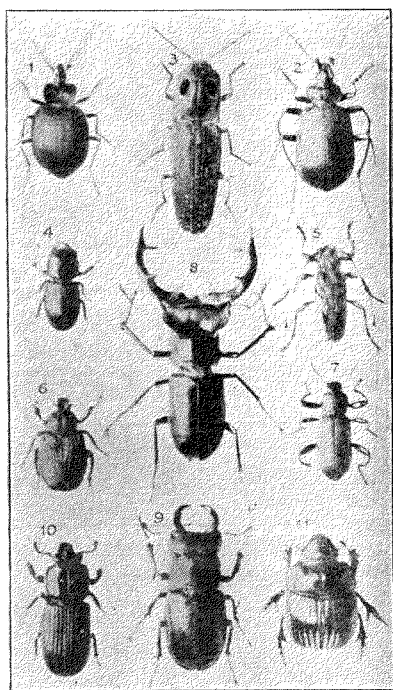
生命之繁多

藤壺，此種不能行動之軟體動物，遮滿石上，暴於低潮。當潮來時，藤壺以六對彎屈之肢送食粒於口內。潮退時，其四殼閉合，成壁壘狀之頂蓋。赫胥黎謂此等動物以頭固著其體，以肢彈食物入其口。幼蟲在海中能自由游動。

油然而生，儼如天方夜談中之愛蘭亭 (Aladdin) 穴，驟然爆裂者然。但尋常人多失此覺察，蓋日常所見，易於忽視，而多數生物又隱藏難見也。有一顯著之植物，必有二十之不顯著者，有一易見之動物，必有百數難見者。吾人之所注意者，不在個數，而在個性與物種。生物之種，平均計之，脊椎動物至少有二萬五千種，非脊椎動物約十倍之，植物之種數亦如之。種子植物之雙子葉類，不下十萬種。達爾文於十二方英尺芝生之地，發見有不同種之種子植物二十種，自海底取出之石塊，動物之種數亦如之。

研究海洋動物

之熱誠及精密，已歷有年所，斯賓塞曰：『欲計海中生物，其事至無窮盡，其數之多遠過於陸地，即天上所有，亦不足以比其多，天空星辰雖曰難數，然較之海中生物猶為易事，其孳生之繁，數目之巨，種族之多，實堪驚人。』



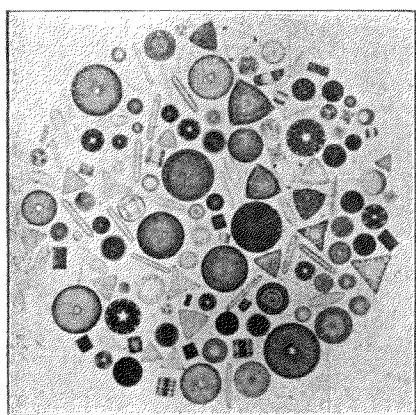
生命繁多之又一表示

華盛頓附近所採集鞘翅類之甲殼蟲。

1. 食蝨牛之甲殼蟲；2. 爬行樹木捕食蛾蝶類幼蟲之甲殼蟲；3. 一特異之叩頭蟲類，其幼蟲捕食錐木蟲之幼蟲；4. 苔蟲；5. 長角蟲，在松樹皮上極不顯著；6. 俄草臭味蟲，以臭同俄草故名；7. 暗黑蟲，孳生於松木中；8及9. 锹形蟲，雌者顎大，雄者顎小；10. 培轉蟲，錐入朽木中，父母護育其幼甚至，成蟲幼蟲之鳴聲亦特異；11. 蜣螂蟲之一種，飛於夜中，常喜撲燈。

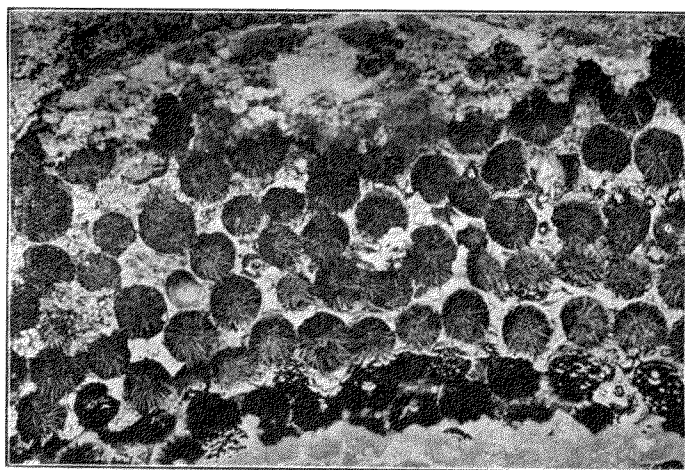
說。

生物之個性或物種，乃一極困難之問題；但由自然之全體而觀，則物種至繁，而其個性均絕對不相連續，較之前此達爾文派所假設者尤為恆定，此吾人必須計及之事實也。林奈氏 (Linnaeus) 曰：『物種多若神意，』種之佳者當如一明確之意念無疑。就他端比較之，則種如一化學原質，但程度較高耳。如苟特 (Goethe) 所云：



一 羣 硅 藻

海中有紛繁之生命。上圖表示硅藻之種類，乃微小單細胞植物之有矽質骨骼者。如將此類列為一圓圈，其直徑僅為一英寸八分之一。秋季繁殖至盛時，在一方英碼內，一種硅藻之數，可至七十兆。



明 毒 倫 (Bundoran) 地方石塘中之紫色錐孔海膽

此種海膽穿穴於石炭時代之石灰石中而居，有時被生於石上之鈣質海藻永遠封閉於其穴內。有時穴之一旁完全成於鈣質海藻。穿穴之法未詳，恐為化學作用。此節尚待研究。

『自然目的中之一物為個性，而無事於個體。』設吾人以人類譬『活動自然界』

則至少當爲一理想極富，又復非常精熟於運用資料之美術家。

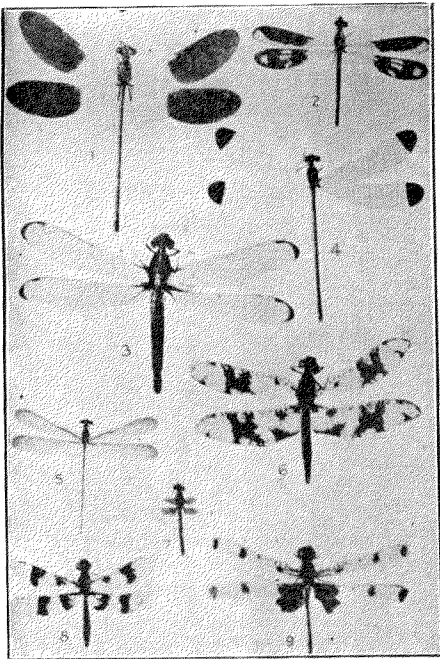
生物個性雖多，然非紛亂若神怪，有合理之系統存焉。物種固單一而不相連續，各有其特性，然皆如一個體發育時變化之順序，而可作合於論理的分類。林奈氏之作『自然系統』全未依據天演理論，凡分類之以自然稱者，雖皆根據於所謂『血統關係』，然吾人所欲知者，則有秩序的分類，實在在可能。苟特曰：『每一作用，固有其本身之要素；每一現象，固有其特別之性質；然種種差異，實可合於一。』

生命之衆多與奮鬪

第二之印象，爲生物之衆多與其圖存之決心。生物中如象，金鷹，墨西哥衿麻，繁殖遲緩，然不足以概大多數之生物。大多數之生命潮流，皆常有決堤防而洋溢之趨勢。卽罕見之生物，在適宜情境下，亦有此傾向；例如一罕見無翼生存於冰河之昆蟲，近在卻穆納克斯 (Chamonix) 冰海之一支流中，其數之多，等於大不列顛及愛爾蘭之人口。下等生物以其數之衆多，而不由智力以生存者，其孳生力之強大，實出於意料之外。由一至微之滴蟲，於一週之末，其數可至百萬，海面生物有時於一加倫之水中，其數可有二十五萬之多。不列顛有一熟知之星魚 (*Luidia ciliaris*)，

至少生二千萬之卵，但不以普通動物目之。

如吾人不疏伐所栽培之作物，則滋生之數之巨，當為吾人所熟知。地面不久將為莠草所佔據，海中將為魚所滿載，而天光將為昆蟲所遮蔽，時疫，蝗蝻，麻雀，兔，田鼠之重逢，即所以指明此等可能之事之易見之於事實也。一千九百十八年之元日，不列顛一千萬對能繁殖之鼠，至是年終，除百分之九十五死亡外，計算之有四千萬對之多，其次月則又增加一千二百萬對。林奈氏曰，三蠅食馬，其速如獅，其言不猛烈可味耶？吳特勒夫 (Woodruff) 教授曾於一千九百零七年至一千九百十二年五年之間，考察尋常草履蟲之無性生殖，中有三千零二十九之草履蟲，每四十八小時，其繁殖過於三數。細密計算之，而知於五年之時間，由繁殖所生之原形質，其體積可一萬倍於地球。此繁殖之能力，必須入於吾人生物之觀念中，而生命之衆多，亦須成吾人對於活動自然界之印象之一部分。湖中



蜻蛉屬之動物，其翼甚細而善飛，蜻蛉似為飛行昆蟲中之最佳者，能以翼捕殺有害之蟲。

秋季繁殖至高時，於一方碼之地，可有七兆通常之『硅藻』（*Melosira varians*），故其水儼如一有生之羹。

吾人當憶一顯著之事實，即吾人所討論者，非如沙粒，但爲個體，各有其特性而不同於他物。曼特爾（Mendel）於其語尾，有曰：『其相類似有若二豌豆。』

個體複雜與完全之程度，相差殊甚。多數之『滴蟲』雖常誤稱爲『單細胞』，然組織複雜，其生活亦非單一。『輪蟲』殊不大於『滴蟲』，有時其體有一千之細胞，柳鱗有百萬細胞，鳥之細胞則有萬萬焉。以始成完全個體之海綿，與『非散利亞』分功之錯雜，介於個體羣體之間，與精小機警之鷓鴣較，其異同何如，至爲明顯。近時研究此問題者赫胥黎（Julian S. Huxley），謂吾人在自然界中，常見有獨立之系統，協作之部分，及相連續之度量，此乃個體也。『雖永無完全之界限，永無絕對之獨立，永無完全之協作，然系統與傾向則常存在。』凡個體無論何物何狀，皆成單一完全之體，體之種種部分，皆通力合作以保持相互之關係。如逾越此界限，則如赫胥黎所云乃成個性。

生物除種數及個體繁多外，尙有一奮鬪之性質，生物皆與各種阻障相戰，地球上凡可生長之處，皆有生物以充滿之，自然厭真空，於此可見。動物曾發見於一萬

英尺高之落薩峯 (Monte Rosa) 之冰雪中，海洋之底深至六英里，亦有動物之存在，吾人殊難言何種困難爲生物所不能戰勝者。昆蟲常有生息於熱可炙手之溫泉中；南冰洋小湖中，有輪蟲或他種小蠅類生於十五英尺之冰下；美洲大鹽湖，則有鹽蝦及二三他種之動物；魚類有能緣木者，常棲息於陸地上之物如蜘蛛等類，有生於水中者；雪勃雷 (Arthur Shipley) 曾示明卽在一石南之乾燥枝上，亦有擾攘之衆生。生物之充滿於每隙穴，棲息於非常之處所，得勝於困難之境，對於非常急迫情形之適應，與空間（例如移住）及時間（例如蟄伏）之利用，皆所以使吾人得生物奮鬥之想像。生命乃永久及前進者也，舉凡滋蔓侵佔適應抵抗圖存等，生命無不具備焉。

北美加洲之大紅木 (Sequoia) （見本卷第十七篇自然史之四——植物第五頁插圖）可爲生命韌強之一例證，蓋此種大樹，已知其生長逾二千餘年矣。最老之一樹，當砍伐時已有二千四百二十五年輪，其生長必始於耶穌紀元前五百二十五年無疑。杜特來 (W. R. Dudley) 教授曰：『在年輪之深處，吾人得有遠在盎格魯撒克遜人種發源之前之記載，卽最早希臘人之自由平等諸戰爭，亦瞠乎在其後，其他如森林之火，年代之變化，旱魃水潦等亦記載靡遺。』故在吾人生命之觀念中，必不可忘却此等偉大強毅之能力也。

第二十一篇 化學之奇蹟

美國立東南海大學化學教授王 璣譯

吾人新至博物院者，一見羣物羅列，罕不驚眩，珍禽異鳥，數以千計，各不相同，木之異者，數以百計，至於礦物滿架，聯廚相接，有若寶山。而人造之物品，例如合金織品，醫藥食品，尚不與焉，雖所見者偶有色相相符，令人莫辨。然大部分皆互殊有別，實可詫異，此不獨在博物院爲然，卽在村間閑步，河上釣游，縱目所見，亦不能不歎造化之萬殊也。

化學原質之搏菹戲

彼和藹之博物院長，或能引吾人至一貯鳥之所，詳爲指示，以明彼萬殊者，或由於少數之不變者穿插而成。有如擲骰，骰數不多，然能成盧成雉，變化無窮。又如八音，生成萬調。彼或引吾人至貯礦物之所，指明彼種種殊異之物，亦由少數絕對的不同者所化而成。數個優伶，粉墨登場，而萬狀畢集矣。

在此博物院中，或復有一廚，中所貯者，爲羊皮紙一，木片一，木壺一，內盛以膠，上加木栓，橡皮擦字器一，假象牙杯一，內盛以水，鉛筆一，硫化橡皮之筆管一，吸墨紙一，糖與澱粉各少許，或更有不同之物百，例如金剛石，亦在其中。雖各物之不同如此，然該廚仍可加一標題曰：廚中之物，皆爲炭，氫，氮三原質所成。

世界之萬物無窮，然真正不同者，不過八十餘之化學原質。此理常人聞之，莫不以爲化學中之最大奇蹟，不知英文字數雖多，而字母不過二十有六。骨牌之數有限，而牌戲之變無窮。化學之理，亦復如此。

字母中既有如 G 如 Z 者，不經常用。故八十餘原質中，亦有希少寡遇，博物院之標本，含之者甚少。彼所謂『希土』(Rare earth)者，其中雖有可充人生之要用者，然在此擾攘人寰中，建築製器，絕少參與。例如鎢 (Tantalum) 者，但於殊方絕域，偶一見之耳。吾人世界所有之物，即拘謹記算，其文亦在二千五百萬之上，然就科學化學言之，此芸芸者，不過由八十餘極不同之物變聚而成，所謂化學原質者是也。蓋每換一花樣，即得一有定性有個性之新物體。有若畫家，但用數種顏色，以作多數彩繪。又如稚子之萬花鏡，內不過置數枚有色之玻璃，隨手旋轉，花樣百出。雖以上所舉者，乃靜的變遷，然借此可以明何以少數原質，互相穿插，可得如是之結果。原

質中所謂有愛力者，變化尤多。泛言之，即吾人由普通經驗與精密科學，可得下之結論。即由少數有羣性之原質，可得巨量之族類。以十指可數之原質，即能造成一新世界。今日化學家且皆信所謂原質者，又不過爲一單純之物質所成而已。

一

在本書之宇宙之根本組織一章，關於今日物理學家化學家所熱心研究之問題，已行詳細討論。吾人因以得知何以所有物理化學所觀察之現象，俱可視爲物質乃基本的純一之表示。簡言之，依最後之分析，所有物質，皆可認爲有相同之組織。物質之原子皆由陽電與陰電組織而成。原子之最簡單爲氫電子，由負電一單位，名曰電子 (Electron) 者，繞一陽電之原子核，名曰陽電子 (Proton) 者而成。自各原子所得之電子無不相同。氫原子有電子一，氦原子有電子二，鋰原子有電子三。電子之數遞加，其他原質之原子遂因之而成。故所有物質，其本性似皆可認爲屬於電的。且原子者，今已可視其崩解，不復如昔日之稱其不可分割與不能再破壞成較簡單之物矣。今日已不信八十餘之原質，有八十種之原子，各具不同之性質。今日所信者，各原質之性質與品格，全視其原子中所含陽電子與陰電子之數目與

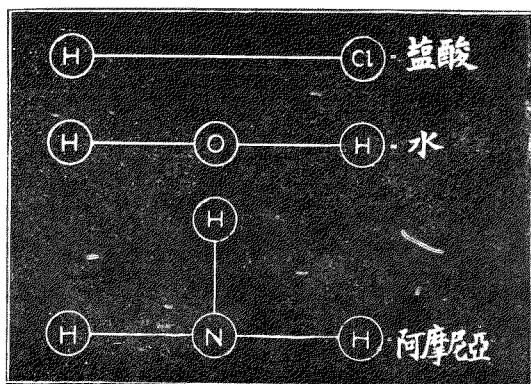
位置而異。此見解以爲所有原質之化學性質雖異，然用以造成之材料則同。故今日對於物質之組織，宇宙之間架，其思想已完全改變。目前最大之問題，卽爲原子之內容機關是矣。

化學家之職務，卽在探索各化學原質性質之神祕，爲之作成有條理之統系。今日吾人因化學家而知各物體之原子，可以排成一定之次序且知其構造之複雜，以次遞增。較重之原子，似由於較輕之原子進化而成。

物質之狀態

同一之物質，遇相當情形時，能以固體流體氣體之三態存在，此理人知之甚悉。當自一狀態入他狀態時，該原質之形狀與體性，亦經可注意之變遷，此事亦爲人所熟知。吾人今信此變遷與各原子或各分子相隔之距離及運動之速度有關。當在氣體形狀時，分子之平均距離甚大，故其互引之力不見緊要。及至溫度低降，分子之距離與速率俱以減少。迨遇相當情形，分子互引之力漸著，其結果湊聚緊密，遂顯液體形狀。然此時仍保持若干之運動自由。溫度愈降，則愈減少，及達一階級，分子團結更堅，成固體之狀況。此時每個分子之運動自由更受

節制矣。因固體能抵抗外加之壓力與拉力，於是有言分子之距離大則互引，距離小則互推者。雖關於原質之各態互遷，吾人能加以普通之解說，惟欲得此等現象之完全解說，吾人必先詳知原子之構造，及原子與原子間之力性與力量



焉。(見 Sir Ernest Rutherford.)

一化學原質能與他原質一原子或多原子相化合，此理人人知之。一原質之一原子，能與他原質之若干原子化合之數，化學家名之曰原子價。氫一原子與氮一原子化合，其結果為鹽酸。氮一原子與氫二原子化合，其結果為水。氮一原子與氫三原子化合，其結果為阿摩尼亞。

其化合法每可以圖表明之如上。

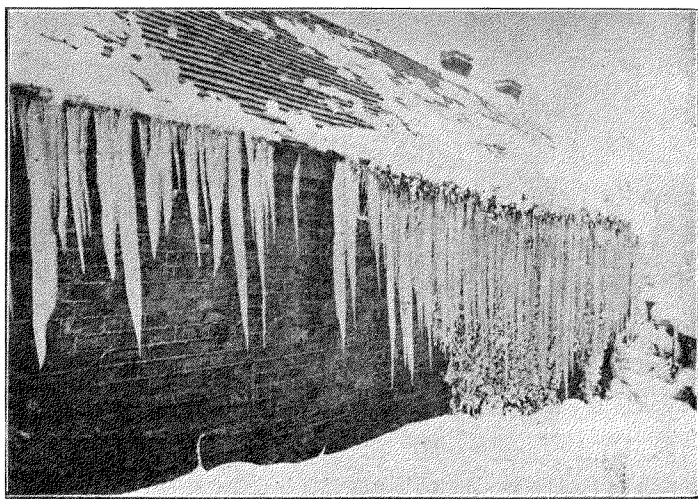
每一結合，即表示一化學過程，即經過一化學變化，其所產成之物完全不同，不復含有前二原質之特性。

各物體之造成，亦復如此。諸原質之存在，多以互合之情狀。有時其互合情形，極為複雜。例如水一分子，但由氫二原子，氮一原子組成。而蛋白中有蛋白質者，乃由炭七十二原子，氮一百一十二原子，氫十八原子互相會合，以與硫一原子化合。生

物體質之原形質，乃由蛋白，炭水化合物，脂肪混合而成。其化學物理之關係，皆極複雜。吾人所謂生物質原形質者，大概實無此物，不過爲一複雜與駁異之系統，各化學反應，同時並起於其中。當生命進行時，蛋白之造成與破壞，兼趨并進。雖然，此中奧謎，今尙無人猜着也。

生物學家中有抱一種見解者，云原生質中含有絕對的生命，分子造成與破壞，皆由此物操其祕鍵。蘭克斯特爵士 (Sir Ray Lankester)

嘗稱此無上之生命柱石爲「百賴斯得真」(Plastogen)，對於彼之功用有言曰：「此物雖以其化性與體性言，可與他物體并舉。若其效用之複雜與偉大，則超過其他遠甚。全動植界生命之創造，莫不由之。得之者即得一忽然之新現象。吾人對之，真可目爲不可思議。雖然，水在低溫度之忽化爲冰，在高溫度之忽化爲汽，吾人縱能懸想其變化之機械作用，而實亦一不可思議之事。物之本性，固



水之天然變化

圖中所示者，爲空中之水汽，化雪下降，復化而爲流水，復凍爲而冰柱。

非吾人所能解說，吾人雖能爲之分類，爲之整序，對於其內裏之機關，爲之作一較完滿之揣度。但以吾人目下所有之智識，尙不能詳追細討以求物之何自始也。」

二

在天然情狀中，或有爲氣體者，如氫，氮，氧，氣，等等。有爲流體者，如汞，溴等。其餘多數皆爲金屬，如金，鐵，銅，鋅等，盡屬固體。對於各原質之分布，梅度籟 (Meldola) 教授有言曰：

吾人所居之地面，若是其大，而其成分之四分之三，俱爲氮與矽二非金屬所合成。且其一半爲氮。不可不謂之奇。苟一回想地質之化學事實，見地面之所以固定者，皆由其礦物成分之一大部分有氣體之氮與非金屬之矽加入而成，吾人愈當嘆化學變化之奇偉。地質家所研究之全地面，其百分之九十九，但含八十餘原質中之二十餘原質。於是可知所研究之材料，爲不易得矣。

混合物與化合物

混合物如沙和糖，如鐵末和石灰，與化合物之糖與石灰，其有緊要區別，於理甚

明。混合物不勻靜，可分成不同之成分。化合物則永遠勻淨，雖成極細，仍復相同，直至化合物破壞變成其原組體，然後不同。用水則糖被溶而與沙分，用磁則鐵被吸而與灰分。至於欲裂一分子，則必用較嚴猛之手續而後可。

雖然，謂混合物與化合物常易於辨別，則又不然。空氣視之固極勻淨，然固爲混合物。由氮分子一大羣，氧分子更一大羣，二氯化炭與水蒸汽分子一小羣湊合而成。物之最勻淨者似莫如水，然天然界之純水，固不可得。無不含有不淨物於其中。取涼水一杯，置諸溫室，卽見氣泡叢生，凝着內壁。卽此可見氣與水之混合。苟水中不含氣，則動物在水中，將不能呼吸。蓋水雖爲氫氧所成之化合物(H₂O)，然動物不能使之分成原質，一若植物之能分解溶於水中之二氯化炭(CO₂)。完全純淨之物體，雖廣告中時有之，惟實際殊不易得，惟想像中有之。故某研究家嘗言，化學者，討論實不存在之物之科學也。物體含纖微之不淨物，每有緊要之實用，其影響於該物之性質者，每堪注意。麥倫 (Mellor) 博士於其可欽佩之近世無機化學教科書中有言曰：

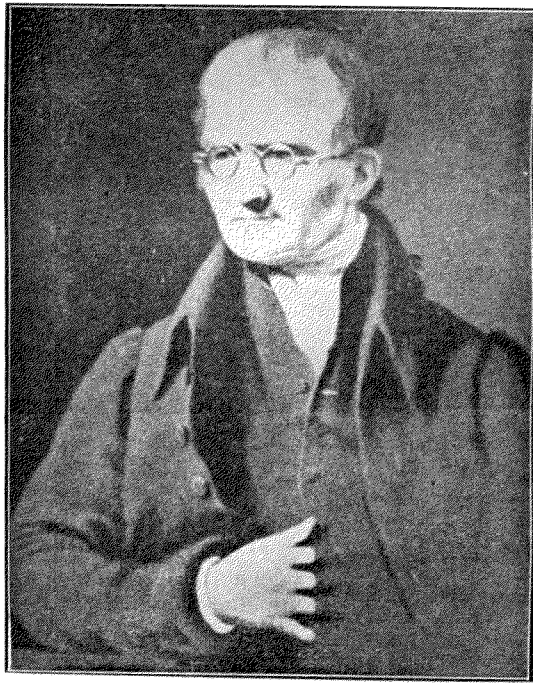
未未恩 (Vivian) 曰，銅但含銻千分之一，則最佳之銅，變爲最劣。愷爾文 (Lord Kelvin) 曰，銅但含銻千分之一，則其傳電性銳減，以至於不適用於海底電線。奧

斯汀 (W. R. Robert Austin) 曰，金若含鈹五百分之一，則不能以鑄金幣，因略加鑄壓，即行粉碎也。

分子與原子

混合物大概能以機械手續分成爲原有之各部分，惟欲破裂一化合物使成原組體，則不能不超越簡單機械方法之範圍。吾人舂槌鹽粉，使之細而復細，然每鹽顆，仍不失其爲鹽。苟吾人能取最小之鹽顆，若破此顆，即不成爲鹽，則此顆名曰分子，破後所成之部分則爲原子，即鈉原子與氯原子。食鹽一撮，爲巨億之食鹽分子造成，而食鹽一分子，又恃各原子爲磚石以造成其屋舍焉。

請再言原質。凡物體之分子，由一種原子合成者，其定義爲原質。雖然，鈾與鈾皆



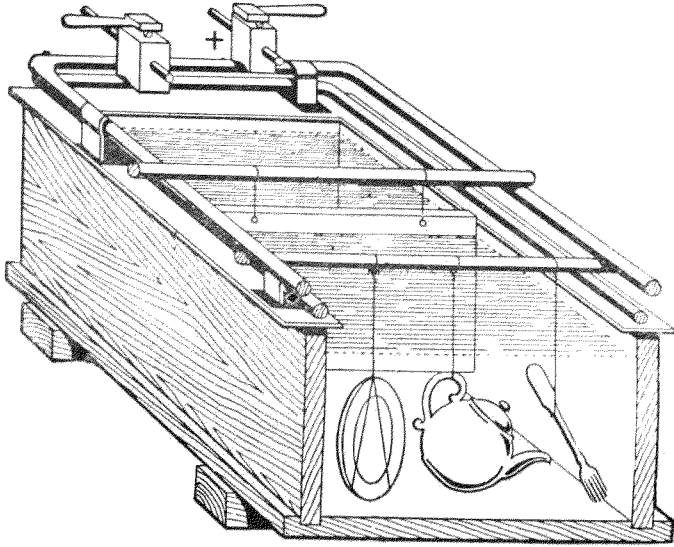
約翰達爾登 (John Dalton)

約翰達爾登生於一千七百六十六年，卒於一千八百四十四年，爲英國最大化學家之一。其父爲貴格教徒之織工，彼因發展原子理論著名。彼創言原子爲物質之小顆粒，不能再分，凡同原質之原子相同而等重，異原質則否。化合物爲不同原質之原子，依數學比例化合而成。彼對於汽體及蒸汽，曾爲緊要之研究。達爾登乃一等之發明家，因好學之故，竟不暇娶妻。

爲原質，然皆能變成與己不相同之他原質。但普通之意義，仍謂原質爲單純及勻淨之物體。

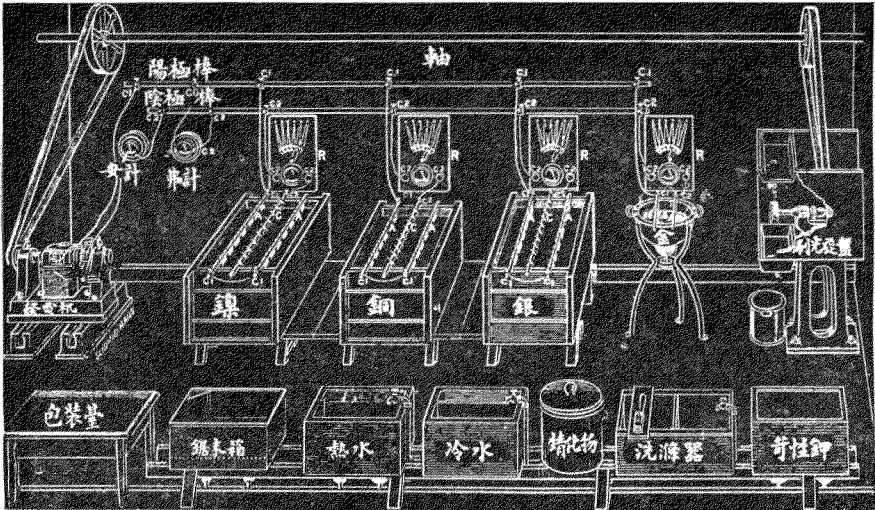
通電於水，則水分解成氫與氧。氧氣泡聚於一電極，氫氣泡聚於他電極。此爲事實。於是有理論，言在水中氧之游離原子趨一方向，氫之游離原子趨他方向。此說頗有根據，或不當僅以理論視之。希臘謂旅行者曰「伊洪」(Ion)，今謂電解時趨往電極之細顆亦曰「伊洪」。故伊洪者，乃游動之原子與原子團，當電解物（如水之類）電離，卽生伊洪，且信其含有相反之電荷。凡一分子分裂，卽成二種伊洪，陽伊洪趨陰電極，陰伊洪趨陽電極。此二種伊洪，皆具有量相等而性相反之電荷。伊洪之具陽電荷者爲陰電極所引，具陰電者爲陽電極所引，遂各失去其電荷，而成普通之原子。伊洪流動之速度，曾經測量。最重之伊洪，其速度似最大，或信游動遲緩之伊洪，其進行時每挾多數之溶劑分子焉。

以上所言，雖極爲理論的，然其實際應用於鍍銀等等，則又人人知之。今有銅瓢，懸以銅絲，置諸銀鹽（如氯化銀與氯化鉀所製之溶液）之溶液中，則此銅瓢可成一極，卽爲陰極。取銀一片，以爲他極，卽爲陽極。於是通弱電流於此溶液，而銀之陽伊洪，遂凝着於銅上，而成鍍銀之瓢。金賽德 (O. T. Kingzett) 在其通俗化學辭典



電鍍槽之圖，表示細小器具在槽內如何懸掛以備電鍍之狀

將欲電鍍之器具，用金屬絲懸諸銀鹽之溶液中，使成陰電極。然後通弱電流於此溶液，或電解物之中，則電解物即分解，陽電子之銀，即凝着於器具之上，而陰電子則聚於陽電極之銀片，使銀復溶。如是則電解物之濃度不變。



電鍍工廠佈置及其導電設備之全圖

凡各種電鍍之原理俱相同，即因電解作用，使鹽類之溶液分解。金屬電子如銀，銅，金，鍍等分着於陰電極，或器具之上。多數物件，可於同時電鍍。且同量電流，可於同時使多數電槽起作用器具於電鍍後，乃加以磨光。

對於化學變化有言曰：

衣食之貨，建築之材，以及百技衆藝，無不倚賴天然或人致之化學變化。推而至於動植物質之生長與朽敗，亦復如此。舊物破壞，即爲建設新生命之食料。化學變化能使物質與環境，互相適應，蓋受相當之影響，因舊得新，與前迥異，不啻創造也。

化學之變化

化學乃研究世界之各種物質，並其互相作用之變化。加熱於鐵條，則鐵條延長，然冷時復縮。吾人謂此爲物理之變化，因其自始至終鐵仍爲鐵。然置鐵於門外使銹，則謂之化學變化，因鐵已成與前不同之氯化鐵，并具甚不相同之性質。蓋鐵銹非變相之鐵，乃鐵與氯化合而成極不相同之物也。故有一次化學變化，即如骨牌之一次互相穿插，而得新對偶。對於此等交易，不啻如美國俗語有云，其初餅人有餅，童子有錢，迨交易後，則餅人得錢，童子得餅。此等變化，在全世界進行，不舍晝夜。雖然，物理變化與化學之界限，極不易辨。鈾之與銑，鈷之與銑，其化學性質之不同，即視其所含電子多少不同之物理數量也。

不可見者之證明

化學家所研究之材料，每多爲目所不能見者。吾人所吸之空氣，當乾淨時，卽不可見。氫，氮，氧及二氯化炭，雖皆爲目所不能見，然其存在之真確，固與鉛，鐵，硫黃，及金剛石相等。斐律勃教授 (Professor James C. Philip) 有言曰：

氣之爲物，或爲無嗅，或爲無味，難於感覺，有若神鬼。至於用目觀察，更屬不易，當其飄忽遠颺，而觀者或尙以爲方在眼底也。

俗語有云，見然後信，化學家對於其不能見者，深信不疑，究何以故。

曰，不可見者，其所作爲，能令之可見。氮令鐵銹，二氯化炭通入石灰水，令生乳狀。投鼠於含一氯化炭毒氣之礦窿，能令鼠死。破爐燒炭有毒氣漏出之危險，人多知之。入潛水艇者，每攜白鼠以探測一氯化炭，但今所用者，已有較良之法矣。

覆一杯於盆水之上，雖力壓之，不能盡下。無他，杯中之氣抗水之升也。疾風暴起，雖不可觀，力能扶人。創立近世化學之萊福謝 (Lavoisier) 用更可信之法，以測不可見之物，卽用天秤是也。物不可見，重量仍有。卽以氣論，較諸空氣尙輕十四倍半，故能高舉氣球，然亦有重量。化學對於不可見者，如何證實，固不必多爲援引。但近世

科學變不可見之氣體成可見之液體與固體，則不可不一言及焉。

三

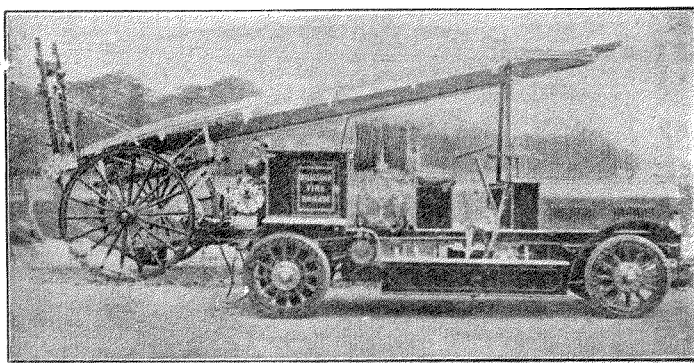
氣體之液化

近世科學對於氣體之情狀，不啻爲之作一活現之圖繪。馬克斯威爾 Clerk Maxwell 教授，曾以一羣飛翔之蜂，喻平靜之空氣。雖狂蜂個個，東穿西插，然以一羣言，或則停留不進，或則緩蕩空中。惟與蜂羣微有不同者，即各分子之互相衝撞。蓋分子游動經小距離，即復相撞。依馬克斯威爾之計算，氣體分子每秒互撞之數，當在數千兆。在馬克斯威爾之著名分子討論篇中，曾言及阿摩尼亞氣味從開瓶至充佈全室所需之時間。彼云，亞摩尼亞分子之速度，每秒鐘約六百密達 (Mete) 然不能以此速率充佈房中，蓋因與空氣分子互撞，故至延緩。亞摩尼亞之分子與空氣之分子排擠推摩，互相拋擲，方向時變，有如野兔馳跑雖速，每多迴繞，故無進步。但逐漸逐漸，阿摩尼亞氣體，仍必充佈全室。

至於液體，則與氣體異，幾無自由之路程。各分子之相接觸極密。至於固體，則幾全失其運動之機會。

蒸汽之能凝為流水，流水之能凍為固冰，人人知之。冰復能成水，水復能成汽。飽和之蒸汽，在七百二十度攝氏表則為氣體，故水之存在，可有四種狀態。其各態之互變皆極常見，獨至氣體之液化，則人俱以奇異視之。

在十九世紀之初年，腦斯莫 (Northmore) 及其餘學者，用高溫度使亞硫酸液化。但有進步之氣體液化的研究，實始於一千八百二十三年。當時法拉第 (Faraday) 及兌維 (Sir Humphery Davy) 以高壓力使氯、二氯化炭、阿摩尼亞，及其他氣體液化。其後薩陸利 (Tollorier) 使流體二氯化炭蒸發時，能得極冷，使未蒸發者凍成雪狀之固體。凡氣體在一定溫度，無論加如何大壓力，不能使之液化。故當取低溫度方法未發明之前，斷不能使氮、氧等氣液化。此方法所以為近世科學之大造就也。自此方法發明之後，低

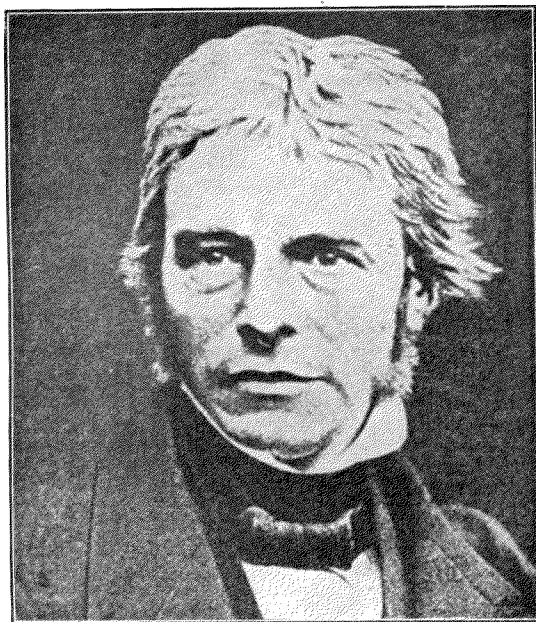


救火汽車化學救火機及救火梯

近世之救火機，皆以汽車載運。其中不但置有力之吸水筒，用汽車之前進機轉動之。且載有救火梯，與化學救火機，觀於上圖，即知化學救火機乃置於御車者坐位之後。此發明之要點，即為令水及碳酸氣體同時放出。二氧化碳氣體發生之法，或在圓筒中令硫酸與重碳酸鈉混合，或則將製成之碳酸氣，用高壓力分置於一鋼鐵圓筒內。當救火時，以水對火，即能放出二氧化碳氣體。此氣體較重，故能覆於燃燒之物體上，使氧氣不入，火焰撲滅。當救火機達失火地點時，即用化學機撲滅，則普通之火，皆可用少量之水救息。若大火則當用有力之吸水筒撲滅之。

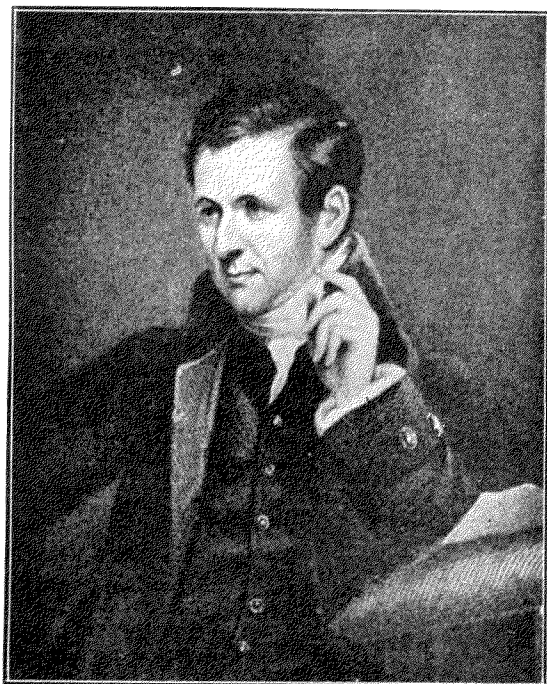
法拉第 (Michael Faraday)

生於一千七百九十一年，卒於一千八百六十七年，英國最大科學家中之一人。其父為一鐵工。於一千八百十三年在皇家學會為兌維爵士之助手，其後在該處任講演與實驗逾五十年。其心思奇偉，人格可愛，其對於氣體之凝結及電磁之研究，皆極緊要，而可以紀念其最高之天才。其所著之蠟燭的化學歷史，人人知之焉。



兌維爵士 (Sir Humphery Davy)

生於一千七百七十八年，卒於一千八百二十九年，為一著名之化學家。曾為倫敦皇家學會之教授。當時法拉第為其助教。兌維最早承認電在化學之功用，極為緊要。且發明鉀，鈉，銀，銅，鎂諸原質。其所創造之礦工安全燈，活人甚多，為傳於世。



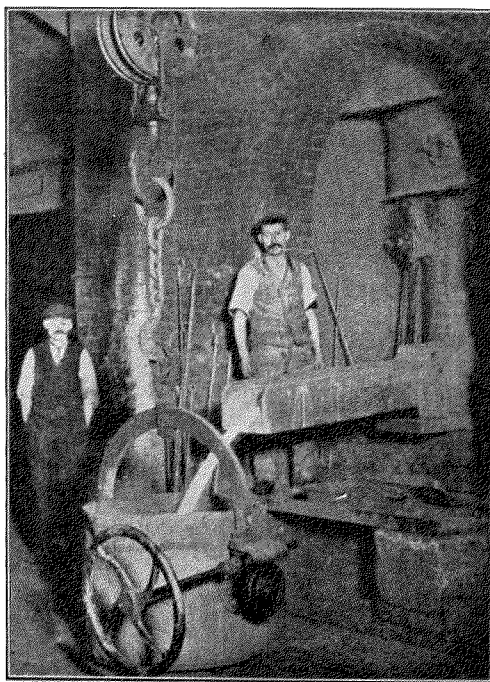
溫度可得，使分子湊合，有如加熱使分子散開之易。於是氟，氧等皆受征服。一千八百九十八年，戴華 (Dewar) 教授使氫氣液化。鐵爾登 (Tilden) 教授有言曰：

以所謂永遠氣體 (Permanent Gas) 者之難於征服，乃以繼續攻擊之故，竟得

最後之勝利。此勝利乃在英國皇家學會得之，其最初告成功者，乃為法拉第，誠屬堪滿意之佳話也。

原質之互變

中古時期之化學家即點金術家，其目的在求所謂哲學家石者，以之變賤金屬如鉛者為黃金。且有自信其搜尋為有效者。因當時化學幼稚，不足以祛解其謬見。斐律勃教授有言，「置刀於膽礬（即硫酸銅）溶液中，取出後即狀似銅，點金術家見之，必謂鐵變為銅，而不為其他解說。但吾人知其不然，不過溶液中之銅分出而凝着於鐵之表面。同時有相當之鐵，變成溶液，以保持其均勢耳。」迨化學之科學根基漸定，原質互變之說，即無信者。化學家信原質之不可互變，有若當時生物學家信物種之為固定。一原質既為一原



鑄鐵堅而且脆，不如熟鐵之可煅接，因鑄鐵含他種物質頗多，而生鐵則幾為純粹之鐵也。

質，則不能成他原質。但自二十世紀之新發明出，此見解之改變，已爲人人所知。鈾能一部分變銻及他原質之事實，已行證明。此種變化，天然發生，鈾之原質，即一部分崩解而繼續成小量之銻（或先變成鎊 Ionium）。自他能改變之放射原質名銻者，亦能遲緩成少許之銻。鈾與銻皆能發生氦原質。氦原質最初在太陽中見之，地球上惟含鈾與銻之二放射原質礦物，則亦含氦。此等原質互遷最後之出產物則爲鉛。故有活潑放射性之原質，可用以測地質之時期，不啻如一時計也。索台 (Soddy) 教授解之如下曰：



孟德來夫 (Mendeleff)

一著名之俄國化學家，生於一千八百三十四年，卒於一千九百零七年。其名將永與週期律并傳，言明各化學原質之關係，彼使化學之全科學，更覺豐富，對於物理化學有關係處尤然。

鈾礦含鉛之量，每鈾百分有鉛一分，即表明過去之時間爲八千萬年。但礦中若本含有鉛，則此計算或不精確。惟多採礦物研究，可得較確之結果。又鈾礦中每鈾一克，若含氦氣體一立方厘，即表明過去時間爲九百萬年。氦之原質既爲

氣體，又不能成化合物，則當初必不存在，且易逃散。以此計算地質時間，當有絀無贏。若以鉛計算，或未免過高耳。用此新法以計算地質時間，石炭紀之壽，當爲三萬五千萬年，而最老之太古紀石，當爲十五萬萬年。

放射作用之難題，已在他章中一討論之，但本書所能言及者，不過略爲點綴。雖然，由所已言者觀之，化學原質不變學說之必須改正，則已明甚。索台教授爲研究放射作用者著名之先鋒，其言吾人曾一引證，今復引其總述之語如下：

放射原質，因天然互變之過程，而成他原質。當其進行時，繼續成多數不穩固之仲產原質，直至穩固原質成功而後止。



索台教授 (Professor Frederick Soddy)

近日化學家最著名之一人

索台對於物理的化學有大貢獻，爲任默塞爵士 (Sir William Ramsay) 及羅色福爵士 (Sir Ernest Rutherford) 之門徒。二人所發明，索台皆參與焉。爲牛津大學化學教授之一。不但對於新智多有造就，且對於倍根所謂人格之救濟者，極爲注意焉。

以比喻言，原質互變與生物進化，固極相似也。

四

生物之化學

八十餘原質中，其存在於生物者，有二十九原質。而此中不常見者，又有十二原質。其常在者，爲氫，炭，氮，氧，磷，硫，鉀，鎂，鈣，鐵，鈉，氯，矽，亦常見。其較稀而不甚稀者，則有碘（見於棕海藻及軟骨腺，）有錳（所有動植物俱稍含之，）有溴（棕海藻及動物俱微含之，）有氟（骨及少數植物含之，）

其第一最著之事實，即原質之存在於生物體者，亦必常見於無機界。其第二最著之事實，即生物體中之最要及必需之原質，爲氫，炭，氮，氧。若動植物之蛋白質，則除上列四要素外，亦有硫質。至於造核蛋白質，如細胞核之色素質（Chromatin）則又含磷。

至於生物質所含之原質，其構造固無特異之點。據化學家言，當洪荒之世，地球漸冷，在其表面，水與二氧化炭特多。有此景况，殊適宜爲建築生命之基礎。其所以適宜者，以有炭質之富於結合力，水之富於溶解力，氮（由二氧化炭放出）之富

於刺激力。加以三者之皆有吸引力，能抽引其他原質，如鎂，鐵等，以供其新變化焉。對於生物中常見之原質，今可分別畧加注意焉。氫，伊洪在呼吸及胃液消化時皆極緊要。氮則於生活燃燒時為能力之解放者，且為吸引力有用原質之媒介。水則為生物體最要之成分（約佔百分之七十餘。）氫則與炭，氮，氫及小許之硫化合以成蛋白質。生命者無他，蛋白之造戒與拆毀之循環而已。生物質之能爆裂不息，即由於氫，因其不安於與他原質化合，而易於分離。炭則特別富於化合量。炭化合物之已知者，不亞十萬。且因炭之成二氮化炭，使空氣中氮氣之來源，更為充足。

炭之特殊能力

炭之化學頗饒興趣，因其有特殊能力，不但與他原質化合，并與本原質化合，故能聚集多數原子，以成一分子。生物體之建築，即藉此等分子，為其基礎。苟全炭原子無此二性質，則地球上必不能有生命，如吾人所現有者。惟因炭能與他原質如氮，氫，氧等化合，生成種種化合物，其複雜程度，各不相同。造成動植物體之物質，皆由此等化合物構造而成。

就以上所言觀之，生物品皆以炭，氮，氫，氧四原質為基礎。由此四原質複雜交換

而生物界成矣。

地球上之生命，必倚賴於下列二要素，頗爲可異之事實。其一卽爲倚賴空氣中之二氯化炭氣體，其量之微，不過佔萬分之三四。其二卽爲倚賴二氯化炭內炭原子有與他炭原子化合之天然能力。在此情形之下，既有相當之能力，又有能使此能力變化之相當媒介，使之變爲炭化合物之化學能力。如是則爲生命基礎之複雜成分，非但可生，而且必生矣。（見 Benjamin Moore, *Origin and Nature of Life.*）

變化能力之媒介，在前章已言之，卽青色之植物細胞，更有其所含之綠色物質，名曰葉綠素者爲之助。

關於炭尙有可注意之有趣事實，卽地面上存在之炭，其形狀大相懸殊也。其變態凡三，外貌旣不相同，對於人類之價值亦迥異。其黑暗者爲木炭，其似黑鉛者爲石墨，其透明而結晶者爲鑽石。其狀雖異，其質則同。然以人力製造鑽石，雖努力有效，而不能營業得利。蓋向天然來源採取，雖費資巨，較諸在實驗室製造猶覺其賤也。

生命現象之節制

炭，氮，氧，硫之化合物，名曰蛋白質者，其硫分雖少，然爲必需之部分。至於磷則爲成『色素質』所必需。色素質者，輸送遺傳性質之要素也。人身組織以腦與骨之極不相同，而其成就之必待於磷，則一也。

就生物學觀之，金屬之最活潑者，當推鉀。其鹽類在節制生命現象時，佔緊要之位置。鎂爲葉綠素之必需成分，鐵雖葉綠素之成分中不含之，然其造成時，亦倚賴焉。血所仗以採取外界氮氣之紅色質，其成分中必含鐵。生命過程之或急或緩，鈣之化合物亦司其事。諸如此類，吾人固不難繼續枚舉，但上所列者，已足明各種原質在生命職務之利用，固方法繁多也。

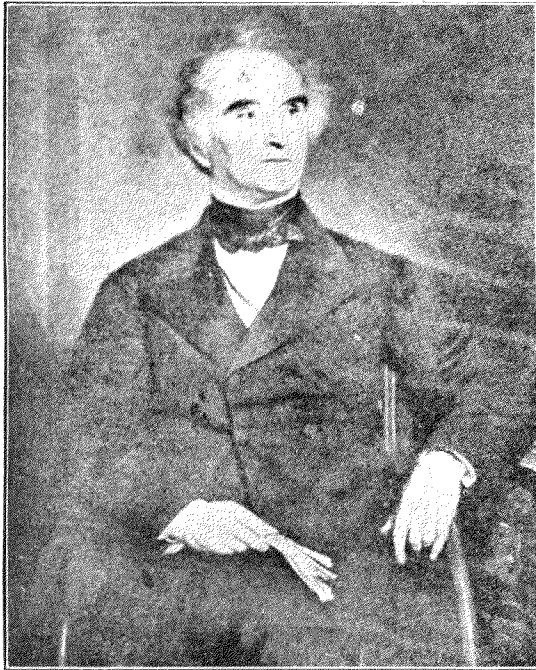
五

物質之循環

爲科學開一新紀元者，爲物質循環之意見，與物質不生不滅之意見相輔者也。此意見之由來已久。希臘哲學家海拉克力德(Heracitus)有詩句曰，『無物不流，』但此意見之證明，則在十九世紀。吾人論血液循環者，必舉哈佛 (William Harvey) 之名，故論及物質循環說復活之功，亦當舉里比希 (Justus Liebig) 人之知此大化

里比希 (Justus von Liebig)

生於一千八百零三年，卒於一千八百七十三年，為最大化學家之一人。其著名由於彼之創設農藝化學，及對於動物生理有貢獻，對於有機化學有發明。物質循環之普通原理，里比希使之明瞭。彼頗富於應用之見解，其所製牛肉汁，人人知之，對於化學實驗室之專門設備，彼大有造就焉。



高山白雲，凝著寒石，結為水點，合而成流，注則滿澗，溢則成溪，合溪成江，由江入

學家者，每將其名與牛肉茶並舉，未免貶其身分耳。

流體變成固體一
最普通之例
圖中有冰一塊，自桶中傾出，置諸桶上。其中有黑色部分，現亦凍冰。凡水凍時，皆浮至表面成冰蓋一層，保護在下之水，使之不凍。水桶周圍之水亦凍，因其熱由輻射作用失去，較在中央者為速。凡淺水之處其底亦凍冰，惟深水之底則不凍冰。



海，此理人人知之。日光蒸海，吸水成霧，騰霧成雲，又在山矣，此理亦人人知之。世界循環，乃竟如此。然但言水之始末，未免舉例太簡，請擇較善之事實。

氧之循環

所有生物質俱含炭化合物之有氧者，名曰蛋白質，例如雞卵之白體，麵包之膠質。換言之，即所有生物，俱不可無氧之供給。動物之得氧，或自食他動物得之，或自食植物得之。故對於氧之供給問題，目前可暫不注意。所當問者，即植物何自得氧。普通之正當答案，即為植物以根吸收土壤內之硝酸物等。空氣雖富於氧，佔體積五分之四，但此寶庫，植物無由得入。惟其中尚有數種藉寄生細菌之輔助，當空氣中之氧被雨帶至泥內，與細根相接觸時，能取而用之。

除數種特別例外，植物俱賴土壤內之氧化化合物以為生。土壤內何以有氧化化合物？吾人知空氣遇電，則成硝酸與亞硝酸銹，為雨帶入土壤。植物利用硝酸物較多，有多種土壤細菌，即能變亞硝酸物為較有用之硝酸鹽。然同時亦有他種土壤細菌，其作用適與之相反。生物界所用之氧，除由雷雨及豆科植物自外界取得外，現代衆生不啻賴前代衆生之遺骸以為活。即供民食之五穀，亦賴肥田之牛糞馬溺，

復化而成也。

如以上所舉，用以說明物質循環之例，尙可廣爲推引，用他原質以明此意義。但吾人當知參與此大循環者，不過少數之原質。因原質之存在於生物者，不過十餘，而原質之造成地殼百分之九十九者，其數亦不遠逾十餘。此書之要事，卽在言明科學之新萌莪思想。化學界原質在其無窮變化中屢易伴侶，亦此思想之一也。

接觸劑

今日討論化學者，與前數十年討論化學者，似有完全不同之空氣。所謂接觸作用者，亦在此改變中之一新名詞。普通人或尙有未之前聞者。其意義究屬何如？

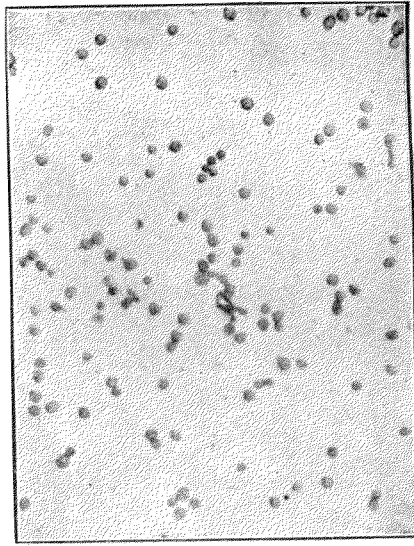
竇根 (R. K. Duncan) 教授有言曰：器皿之中，今有一物，狀似靜鈍，但以其存在之故，能令一作用進行，或不進行。凡物之具有此控制力者，曰接觸劑，而此過程曰接觸作用。

此中特別之點，卽施接觸勢力之物體，不以其所作為而改變其本體，可屢用不壞。小量之鉑，能使巨量之氫與氮化合，而仍不失其效用。竇根教授曾舉一明瞭之例如下：

氯化鉻爲一奇異之物體，能以二狀存在，一能溶，一不能溶。其不溶之紫色結晶體，能久處於水中，而無變化。若加少許之氯化第一鉻，雖其量之小，爲一克之0.000025，此紫色之結晶，即急沒水中，溫度升高，而成靛青色之液體。以纖微痕跡之接觸劑存在，即忽然解放紫色結晶體之潛藏愛力，使之溶解。其事之奇，不啻如擲鹽一磅，使紐約全島，遽然消沉也。此例爲物理的接觸作用，因氯化鉻之化學變化，先後如一，不過化成溶液而已。

酵素

與接觸劑相合，而仍易爲之分別者，厥爲酵素。酵素生於物體或生活細胞如消化腺之類，酵母細菌，皆酵素也。酵母細胞，其直徑不過爲一寸之三千分之一，而能作如許化學變化，豈非世界難解之奇蹟。有機酵素亦如無機之接觸劑，以小量而致巨量之化學變遷。且以極快之速度。酵素之數多若軍隊，其作用之奇有若幻術，

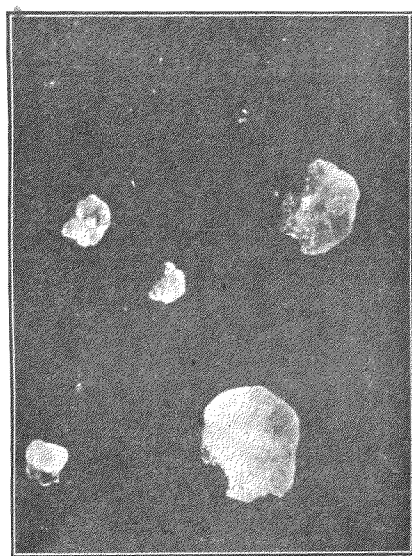


酵母植物 (Saccharmyces)

酵母細胞，能生酵素，使糖變成酒精，與二氧化炭。故製麵包時，與生麵相和，不但其氣體能使粉發，且生少許之酒精，使其味較佳而易化。酵母有數種，有普通養成之啤酒酵母及麵包酵母，有野生於葡萄果皮及土壤間之酒酵母。發酵由此等酵母之事實，由巴斯德證明之。每個橢圓形之細胞，乃一細小無顏色之植物，其大小爲較長之直徑不過爲一寸之三千分之一。

凡化學變化在實驗室須用強藥品及高溫度以成之者，酵素竟能於不知不覺中，急速成之。已非生物，而為生命所必需，常以膠性形狀存在，能致各種之變化。惟一酵素但能為一變化。建設與破壞，皆資倚賴。在一定溫度中，酵素致某變化最速，且易受他物體之影響。酵素亦有兩個聯合工作者。

於有機酵素之中，吾人可舉唾液中之唾液質，能變澱粉為糖，及胃中之胃液質，可變蛋白質為胃化蛋白質，及脾中之脾液質，及綠葉中之化糖質，俱能使固體澱粉變成液狀而可運輸之糖。有機酵素有何作用，吾人知之，然究為何物，則吾人不知。關於酵素之研究，其未解決之問題極多，故黑暗多而光明少。雖事實日見繁多，但原理則尚捉握不住也。



酒酵母 (Wine Yeast or Californian Bees)

此種酵母，亦名曰釀啤酒菌者，由數種微生物組織而成。其中有二種，一為酵母 (Saccharomyces Pyr formis)，一為細菌 (Bacterium Vermiforme)，使糖溶液成酒精化。

結晶體

關於結晶體，吾人已曾言及。結晶體造成之原因，所知頗淺，其討論極爲複雜，非此書所能言。結晶之科學，在研究原質與化合物在一定情形中所有之幾何學形狀。結晶之構造，即由各小羣原子依一定之格式，成相當之佈置。例如石鹽之結晶，即由鈉原子與氯原子造成。每一氯原子，繞以六鈉原子，每一鈉原子，繞以六氯原子。如是佈置，以成模範之石鹽結晶體。二原子之距離，約當一寸之萬萬分之一。多數化學物體，當其自流體或氣體情狀變成固體形狀時，即行結晶。例如過飽和溶液蒸發，即得結晶體是也。萬物在相宜環境，皆有變成相稱形狀之趨向，已由統計得來之真理矣。

鑽石

化學體在自然界中，以結晶體情狀存在者，其數頗多。鑽石，其一例也。鑽石爲最純淨之結晶炭，鑽石中每一炭原子，爲四炭原子相稱式的圍繞，佈置於四面體之各隅，使全結晶體成一繼續不斷之分子。故有人言鑽石之堅固，與其密度之高，皆

由於此。

結晶體之所以饒於興趣者，因其形狀之有規則，面與角之完全，及透明與光亮。凡完全之結晶體如鑽石者，為透明而無色，惟有晶光閃灼，照耀人目耳。但最貴寶石每有灰棕黃諸色，因其有折光與散光諸性，故鑽石能放金藍紅諸麗色。至於紅如紫玉，綠似翡翠者則殊不易得。多數寶石之顏色，實因其含有小量之不淨物而成。近日化學家之意，以為繼續研究結晶體之造成，能使電子與原子構造之關係因以明瞭。

膠體

尚有一事實，甚屬緊要者，即所謂物質在膠體情狀者究何意義。一千八百六十年時，蘇格蘭化學家格蘭亨 (Graham) 見物體有穿過羊皮紙甚易者，有則滲透



客林南大鑽石 (The Cullinan Diamond)

為世界最大之鑽石，一千九百零五年，發見於南非洲。當其未加影琢以前，重約一磅有半。其大小約如圖中所示。未琢時之形狀極粗冰而不類大鑽石。鑽石即結晶炭之最淨者。

結晶體之所以饒於興趣者，因其形狀之有規則，面與角之完全，及透明與光亮。

甚緩者。彼呼後者爲膠體，前者爲結晶體。蛋白與膠皆爲膠體，鹽與白糖皆爲結晶體。但有時一物而可成二體。故言物之膠性或晶性爲較善。且膠性情狀，或爲液體，名曰膠溶。或爲粘體，或竟似固體，名曰膠滯。凡物體之在膠性情狀者，必爲超等顯微鏡所能窺之固體顆粒，或爲流體之細點，懸散於他固體流體或氣體之中也。研究膠體情狀之性質，在化學已證明其緊要。而對於生理學家，尤有基本之關係，因生物質皆在膠體情狀也。裴理斯 (Bairies) 教授有言曰：

原生質當其在生活狀況時，有流體之性質，惟其中則含細顆之固體，與不溶解之細點流體，能自由運動。

多數之生活現象，其生命的物理基礎，皆就膠體性質之範圍也。

吾前曾言多數稀少原質，雖於人類甚要，然皆靜匿於遠方。

稀少原質及其應用

鐵爲常見，而金則比較稀少。欲得二兩許之鈷，一大化學家曾用六百磅之原料。但鋁則易得。化學原質何以一半若是之稀少，即能舉其名者，其人亦不多。寶根教授曰：

理論頗不易明，而其實效，則得明亮之光。

一千八百九十七年，高德根 (Göttingen) 之納兒斯脫 (Nernst) 教授，表明以稀少原質（如鈦與鋳）製成細絲，在普通溫度不通電，若熱之即爲導電體。雖以火柴之光照之，亦能使傳電。於是吾人有所謂納兒斯脫燈者，其燈比普通炭條燈爲佳，惟其缺點即爲複雜而易毀。他種稀少原質，俱曾加以實驗，知其各有優點。故燈有用極稀少之銻爲細條者。銻在科學中爲極有抵抗力而不易變之固體，故可日久不壞。尙有一種燈條，以堅如鋼而不易銹之原質名曰鉬者製成。鉬出於南達哥太州及澳洲，爲礦物名『古侖拜』者之一部分。最近而最有效之燈條，則爲稀少原質名鎢者製成。雖有極優良之燈如炭燈者，固無須稀少原質。但吾人若知前所謂稀世之珍者，今皆常見於房屋與街衢之燈泡，昔日學者之玩具，今已成日用之常物，則當覺其奇而趣也。雖然，吾人今日製造燈火之法，尙不若螢光之經濟也。

吾言及此，不能不嘆人類製光術之進化。故此事實可視爲人類進化之符號。克魯克 (Sir William Crooks) 在法拉第所著之蠟燭之化學史有序曰：

人類自燎薪爲光，以至製燭，其時何其遠，其變何其巨。人類在家庭中，其夜間所用光照之法，即表明其在文化中佔若何階級。遠東之國，注油瓦盆，燃之爲光。

伊士斯根民族之燈，狀則美矣，用則不適。北極之民，採取鯨油，焚煎熊脂，騰烟滿室，光則無有。於是有高堂蠟炬，光照神壇。今則有沿街氣燈，通明達旦，不啻各自述其歷史也。若使燈能解語，彼必能詳述彼如何服務人類，使之安居愛家工作與祀也。

以上所言者，固皆甚善。然尙可加以數語。即今所用者又有稀少原質，取諸天涯海角，求致不易，製成細絲。以其堅固異常，能抗電而成光明，加以各發明家之眼界廣闊，心思敏銳，他日燈光更爲美滿，可預言也。

氦之歷史

氦之最早發明，即以分光鏡窺太陽而得。二十五年之後，乃於地球上見之。科學之研究與發明，每生一極緊要與不預料之結果，於氦原質可一明之。如此類者固正多也。

氦原質以化學性質言，頗不活潑。其對於他原質，皆以冷淡態度相向，不與化合，與氫極相似。由此即可知氦之不能受燃燒也。因此關係，而生奇異之歷史。除氫氣外，氦爲氣體之最輕者，而與氫不同之點，即在不受燃燒。當此次歐戰時，交戰國皆

欲得一種氣體，可裝飛艇。德國齊柏林飛艇之大缺點，即其所裝者，為極易燃燒之氫。有頭腦清晰之熱心者，向協約國提議用氮，此誠為可感謝之事。惟氮之預備，費用浩大，所幸薩克斯省有氣井，其中出氮。於是建大工廠於其上，用液化方法，取此天然氣體內之氮，成效卓著。愛卜君 (Mr. C. G. Abbott) 曾叙其事曰：

當事之進行，極守秘密，即其名亦祕而不宣。工廠之圖像，皆題為氮之製造所。實驗之目的，亦相傳為製造戰用毒氣，或為製造特別揮發油，以供飛機之用。作為種種之矇蔽，以防敵人之得知真相。其事進行極速，當和約簽定時，氮之氣體停貯於紐約船塢，待運至法國，以供法國裝氣球之用者，凡十五萬立方尺焉。當時方在計劃大增產額。若歐戰能延至一千九百十九年之夏季，則協約國所用之瞭望氣球與飛艇，皆將利用氮氣。對於敵人砲火燃燒之患，將不至受若何影響矣。



任默塞教授(Professor Sir William Ramsay)

近世化學家之最著者，對於物理的化學尤然，彼分出氫及空氣中之其餘三不活潑氣體。對於放射原質，曾為極有價值之實驗。自兌維以後，在化學有若是極緊要極有效果之發明者，當推任默塞一人焉。

此一事不過引爲最後之舉例，以明化學界與人生，其密切之關係，遠而且深。後之若此者，更將增益無窮也。

參考用書

- Duncan, R. K., *The New Knowledge (1906) and The Chemistry of Commerce*
Fischer, Emil, *Chemical Research and National Welfare*.
Meldola, Raphael, *Chemistry* (Home University Library).
Mellor, J. W., *Modern Inorganic Chemistry*.
Ostwald, W., *Introduction to Chemistry*.
Phillip, James O., *The Wonders of Modern Chemistry*.
Soddy, Frederick, *Matter and Energy* (Home University Library).

第二十二篇 化學家之創造事業

美國立東南大學化學教授 孫洪芬譯

燃燒意義明瞭之日，即近世化學原始之時。當是時也，法哲拿法雪 (Lavoisier) 說明燃燒之物，與空氣中之氧合，而放出炭酸氣。彼更藉精細天秤之力，證明被燒物質體重之增加，適等於四周空氣中所失之分量。此等發見，在今日或不足以驚人；然於化學史上開一新紀元，則洵無疑義。蓋拿氏於彼時已澈知在種種化學作用之中，僅物質之種類變更，而其重量則絕無移易也。

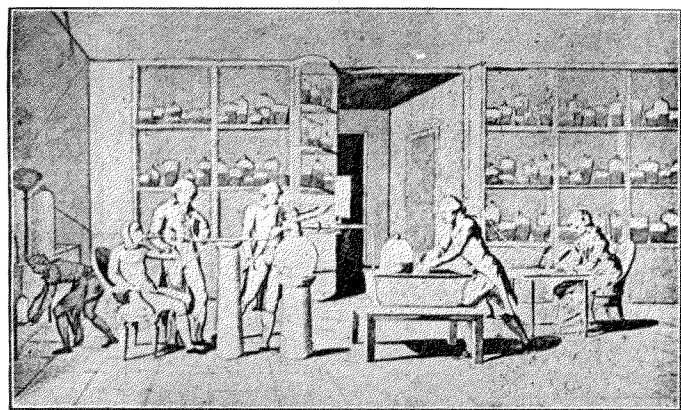
物質不滅

右述之事，即所謂物質不滅也。於化學為基礎，且為『準確石』。蓋自斯以後，舉凡化學作用，如度支然；其收入與支出，無一不應適合。所發生之變易，縱令極五花八門之致，而發生化學作用之物，其本量恆不變。且因本量與重，在在成爲一定之比例，則此意直可概括之曰，凡在繼續的化學變化中，最後之重，必與最初之重相

等。拿法雪最著名之實驗中，有一則係以水蒸汽，通過燒紅鐵屑，而收集自水所成之氫氣。作此實驗時，拿氏對於所用之物如水，如已起作用，及未起作用之鐵屑，如管口所發之氫氣，無不仔細量之。結局則收支適合，不餘不欠。至今日則吾儕知此項收支之必須適合，否則實驗不能作為有效。夫固體之冰，成為液體之水，轉而為空中之霧，更變而為冷峯上之雨；變態萬殊，而無創無滅則一也。蓋人類之力，對於物質，無鉅無細，既不能由無之有，亦不能由有而無。構成胰泡之原質，與構成花剛石者，同一不可消滅。誠哉無物質之可以毀去也！

凡在大博覽會之入場處所，必有兌換

銀錢處。其工作自朝至暮，無時或輟。忽而一來賓，以金鎊易辨士，以便購券入場，忽而一電車收費人，以辨士易整幣，以期輕而易帶。凡此瑣屑，不勝枚舉。然使此兌換



拿法雪之呼吸實驗，坐於案頭作筆記者為拿夫人

拿法雪(1743—94)以實驗證明物質不滅，故羣尊為近世化學之祖。在種種化學作用中，物質之性可變，而其總量不改。拿氏說明呼吸之真意義為吸氧以助氧化，而吐出無用之碳酸氣。當大革命時，拿氏死於斷頭台，死時羣衆呼曰，“共和國不需哲人。”

處奉職員役，細心從事，則每日日終結算，必爲無贏無絀。蓋進出之幣式，無時或同，而幣額之多少，則始終不變。化學之工作亦然。凡結果有量之物，開始時必已存在，而著手所用之品，於竣事時亦等量均存。然則化學家之創造事業安在？

原質之性不變

進一步言之，物質俱有極奇異之穩固狀態。近人用分光鏡，測知最遠恆星中，有同於業經發現於地球上之原質。且此等原質，無論在地上，或在他星中，其性質毫無差別。天狼星中氫氣分子之行動，與倫敦實驗室中者，彷彿相似。天空中與地球上之傢具式樣，儘可自由變動；然其構成物之性質，則亘古不殊也。自輻射質分解言之，（參看本書卷一第八篇宇宙之根本組織一文）此類論斷，誠不能決爲必是；然就大體言之，則馬克司威爾教授（Oleak Maxwell）於一八七三年，在其分子論中所發表之言論，仍爲可靠。馬氏之言曰：

歲月更易，萬物變遷。天體毀變之災，有已臨者，有未至者。舊系統毀而新者基之。然而此各系統所從出之分子（近世化學家謂之原子），爲物質世界之礎石，仍無破損。蓋今日之各種分子，與被創造時之分子，其數同，其量同，其重同也。

由此觀之，所謂化學家之創造事業又安在？

人造生機物

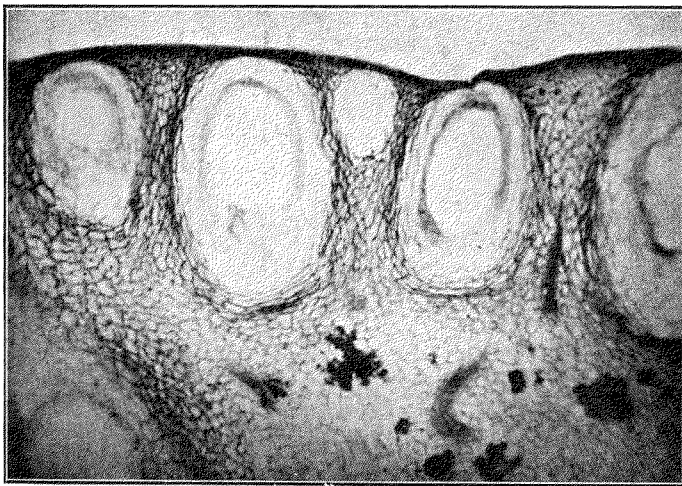
以創造者目化學家之第一理由，可於人造素昔所謂生機物見之。普通又謂之綜合化學。其發達之程序，允推爲近代科學史中最有趣味之一事。

勝利之進步，實始於一八二八年，是年也，韋勒（Wöhler）發現蜻酸銍之溶液，加熱蒸發，卽自變爲尿素。此發現之重要，果安在乎？曰，尿素者，含氮之動物排洩物，而自身體中隨尿濾出者也。凡活物所生之物，素昔謂之生機物，便溺皆屬焉；今蜻酸銍之製法及來源，不限於活物，而變成尿素，乃若是之易。倘所謂以矛盾者非耶？自斯以後，自活物取得之物，卽不能獨樹一幟；蓋韋勒之實驗，固明白指出生機物之一種，不僅自活物可以取得也。且也同時（1823-1828）漢萊耳（Henry Hennell）以愛起林（炭二氫）製成酒精；於是酵母自古以來之權利，由另一途徑，毫不借重生物，而完全取得之矣。當時固無人注意此二重要之進步。蓋韋勒及漢萊耳二氏，俱爲先時之人物也。然而二氏褻然爲綜合化學家之領袖，則絕無疑義矣。

勝過自然

靛青爲通用染劑，前此取之於靛草，今則人造之矣。土耳其紅亦然，前此取之於茜根，今亦人造之矣。凡尼林爲製造糖菓必需之物，前此取之於凡尼那香豆，今亦人造之矣。冬青油爲醫藥用品，前此取之於鹿蹄草，今亦人造之矣。曩昔繪事家用於沉鬱畫幀上之墨，悉取自烏賊魚之袋；此袋者，烏賊用以放射墨汁，以掩護退路，而求全於敵者也。近世繪事家所用之烏賊墨，乃非從烏賊袋取來，而爲一純粹人造之顏料。依此舉例，一極長之名單，不難立就。蓋糖也，咖啡也，水楊酸也，及其他複雜之品，人造者可以什百計。且其數與年俱進，化學家誠可謂勝過天然矣。

本題最有趣味之點有二：一屬理論方面，一屬實用方面。屬乎理論方面者，人造有機品之方法，與天然者通常不同；例如人造法或需大熱，此在植物或



自然的化學

圖爲橙皮剖面，表示自此取得橙油之腺。植物油與脂，多取自果或子，橄欖果之油，約抵其果重量之半，現多用以貯藏沙丁魚，胡麻子油約占其子全重百分之三十。近世化學勝利之一種，爲人造天然品，如冬青油是；又爲仿造品，如以麥倍耳油代天然之苦杏仁油是。

動物體中，決無可能之希冀也。

吾儕春游林中，見酢漿花葉，與其透明鈴狀之白花，堪稱二美。摘數葉嘗之，其味微酸，與兒時所愛之酸滴糖相似。酸味存在，由於草酸鹽；蓋成於酢漿花生活期內之化學作用者也。吾儕現不問酢漿葉中之草酸鹽若何而成，惟知其製成之法，決不與擅長化學幻術之化學家在實驗室中所用者相同而已。

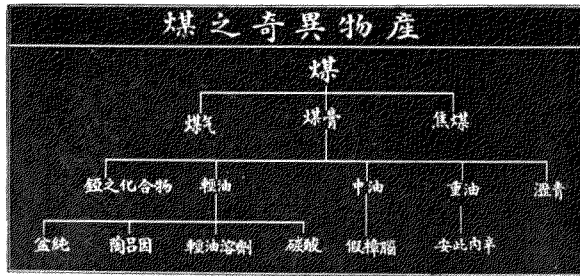
關於第二點，純為實用問題。夫靛草既生靛青，烏賊既生海墨矣；則人又何必仿造天然，以推倒天然品自豪乎？此答誠難，惟於人造品之費料廉而產量大者，則利便固顯而易見。例如停止衄血之亞端奈林，產於獸之腎上腺內，厥量極微。取供醫藥，須屠牲畜無數。今化學家能以人造法製備之。則以簡單原料，製為貴重用品。經濟上之裨益，何可限量。化學家取得創造者之徽號以此。

煤膏染料

化學家不僅以模仿自然為足也。更進一步，而自製新物矣。適當之例，可於煤膏產品得之。吾人俱知製造煤氣時，其剩餘物為焦煤與煤膏。煤膏之味臭色黑，曩昔以為可厭之副產物，今則知其為染料藥劑之寶藏，香精炸藥之泉源，羣呼之為世

界最有用物品之一矣。

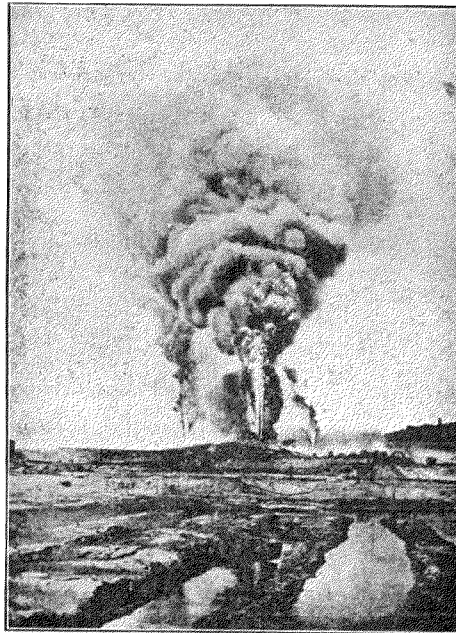
於此即發生合理之問題曰，煤膏何以爲若是之寶藏，而如史祿生(Edwin Stossion)所謂「幸運神之奇幻袋」乎？答此問題，可作二點。(甲)煤膏爲複雜有機品之混合物者，即成於斯世。(乙)化學家能以幻術



以煤製煤氣，除氣體外，尚有水之飽溶液及煤膏。二者受熱，蒸發而爲氣體，以入於冷凝器中，其餘存蒸發瓶者爲焦煤。

煤膏受乾蒸餾後，平均每噸產水經液五加倫，粗輕油六加倫，輕油二十六加倫，中油十七加倫，重油三十八加倫，瀝青一千三百四十四磅。所有炸藥，醫藥，染料及消毒劑，俱自此項原產物中提製。

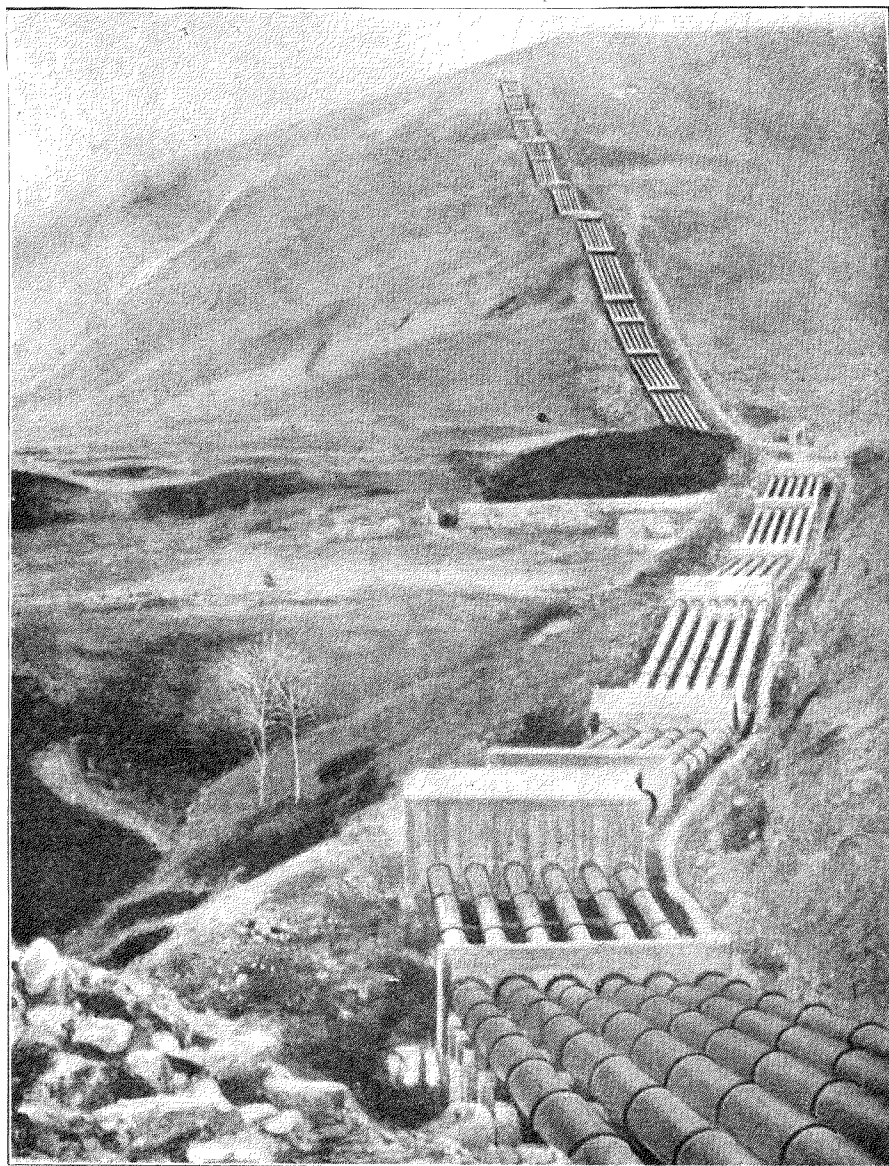
瀝青約等膏重百分之六十，此膏含物約二百種。安此內辛用以製尼木染料，極爲可貴。



天然石油井自地中湧出之圖

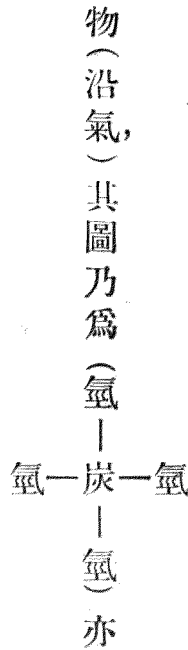
圖爲巴古石油井之一，油射出後，燃於空中，火燄高約二三百尺，上罩濃烟，石油之地質原起，現難決定，比較的近於情理之學說，爲埋藏地下大堆之植物，受天然蒸餾而成。

變易原產物，使成爲新奇之品是也。煤膏受複蒸餾後，產出之物，若石炭酸，消毒劑也；若假樟腦，藏衣用之祛蟲物也；其他若盆純，若陶呂因，爲數尙夥。迨取得十數無色液體或固體後，餘剩者，斯爲吾人通常熟識之瀝青。

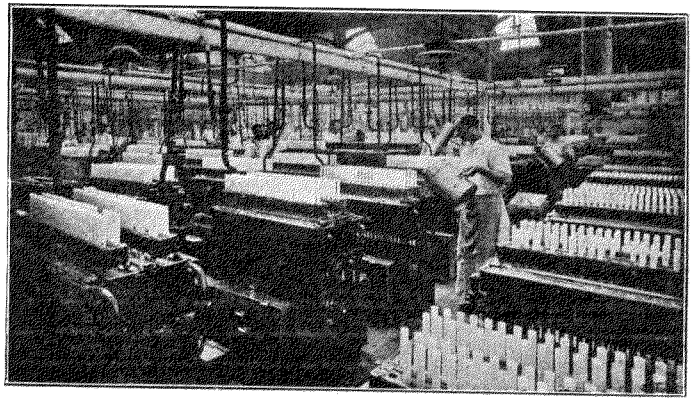


鋁之用途甚廣，如汽車之軀幹，及烹飪用器皆是。所從出之礦石為鐵礬土，受化學作用而成氧化鋁，再以冰晶石為助熔劑，受電解而鋁出矣。發電原動力之供給多為水力，上圖為六管水道，運水以驅發電機，每管直徑三十九英寸，長可一英里，係亞吉爾區 (Argyll-shire) 經路克利芬 (Kinlochleven) 鋁廠所敷設。

化學家以分子爲單位，所謂一物質單獨存在之最微量也。分子之圖，習常以互聯之數個原子表明之；例如氫之分子（ H_2 ）可狀之爲（ $\text{H}-\text{H}$ ）每原子各有一手，以相維繫。炭原子狀以四手（ $|\text{C}|$ ），故最簡單之炭氫化合



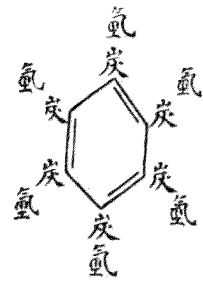
可爲炭氫_四。煤膏產物益純（益精另爲一物）之程式爲炭_六氫_六，令人難於索解。蓋以六個一个手之氫，與六個四个手之炭相合。彼此需要，乃能適合，不易明瞭也。此疑問後經德國化學家克可立（Kekulé）釋明。渠意以爲益純之分子，係屬輪形，或等邊之六方形。在此形中，炭原子互相結合，氫原子環於四周，略如下狀。



傾燭入模之圖

蘇格蘭油土產品，其一爲石蠟油。燭廠每自未經煉製之石油中，加冷提取石蠟，以供製燭之用。有色之燭，則加安尼林染料所製者也。

圖中爲大規模的傾燭入於模型。先將燭料爲液體，傾入模中，其四周可任意以冷水或熱水環繞之。初似時四周爲熱水，迨傾燭既畢，易以冷水，燭遂成爲固體。

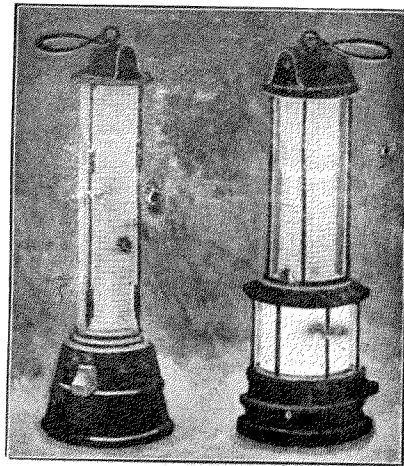


爲說明此解釋之重要起見，茲引史祿生 (Dr. Edwin E. Slosson) 所著創造的化學之 (Creative Chemistry) 一節如左：

吾人不必設想盆純之分子，其形狀恰如圖解，吾人所知者，則此學說可以適用是已。夫適用者，固科學家所希冀於任

何學說者也。應用此學說，已造成千百數有益人類之化合物。蓋近世化學家，非發見家，而發明家也。彼端坐於其書案之側，作一克可立輪形，或等邊六方形，旋塗去一氫，而代以一個硝基；繼塗去硝基之二氧，而代以二氫；更隨其意之所向，增入若干原質，或開鏈與輪形炭化基若干個；其工作彷彿建築師之計畫屋宇，先製所欲得物之圖，乃起入實驗室，按圖製之。

化學家所製之物，或含有若干聯線。例如兩個一炭烷基因一雙偶氮一乙竝困銜一六亞硫基一乙竝困銜一三六雙亞硫基鈉。而商界之簡便名稱，即鮮明之孔



舊式 新式
大衛安全燈

此安全燈爲大衛士所發明，以防礦中煤氣燃燒之用。有爆發氣體存在時，則紗網內部四周有火燄，其熱爲網導去，使火燄不致傳於礦內氣體。

哥紅染料是。

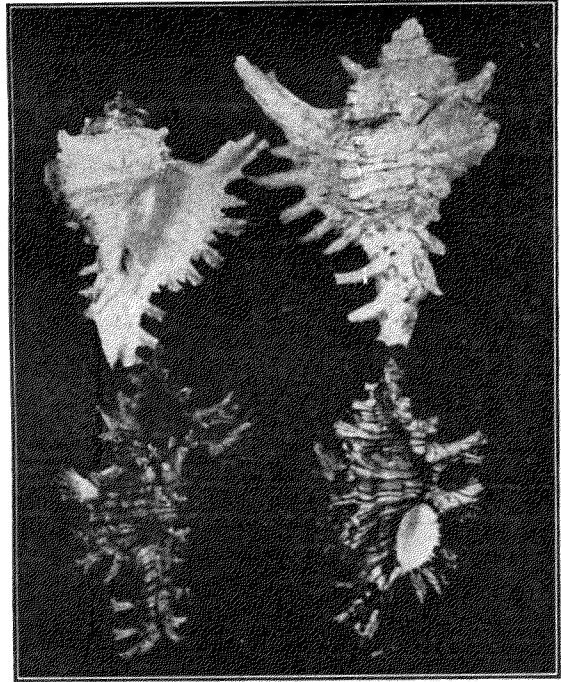
總而言之，煤膏所生類於盆純之原產物，約以十計，衍進而得類於安尼林之半熟品三百，再進而爲各種深淺之染料數千。其歷史至有趣味，茲爲略述如次：

最初之發見數則，無足輕重。至霍夫門 (Hofmann) 在李璧 (Liebig) 實驗室中，研究化學，始證明鮮明之染料，可自煤膏產品中，類於安尼林之物製得。安尼林者，津靈 (Anilin) 自靛青中取得，其發見已有若干時者也。厥後霍夫門應英倫皇家理科大學之聘，至倫敦講學。生徒中有十五齡童子，名伯金威廉亨利 (Wm. H. Perkin) 者，霍氏使之仿造金雞納霜。於一八五六年，乃發明黃色之「莫弗」(mauve) 染料；蓋當時世界未知之物也。十年以後，續發明製造土耳其紅之法。蓋至彼時爲止，土耳其紅，俱取自茜根也。當斯業隆盛時，法國每年植產茜根，約百萬噸，供採取染料之用，自伯金氏發明人造方法後，則如史祿生之言，「法之茜區，改爲他用。卽法軍之紅袴，英軍之紅褂，亦悉倚賴德製之紅染料。蓋自一八七八年以後，匪獨茜根，卽胭脂蟲之營業，亦幾全爲一偶氮紅」所攘奪矣。『史氏此言，蓋指曩昔英軍服所用紅料，悉取自最初產於墨西哥之雌胭脂蟲也。』

煤膏染料以外，化學家之創造事業甚多。吾儕不能於染料發達史，久加陳述。第

知土耳其紅之命運，即爲靛青之命運，靛青植物者，來自印度，與英之菘藍相似者也。亦知此命運，又爲台里安紫色之命運，台里安紫色者，始採自地中海之一種海螺者也。旁搜斯例，蓋猶衆焉。吾人深惜霍夫門返德，此幼稚之工業，亦與之俱返，此則不能不歸咎英人之缺少想像力與先見也。『降及一九一四年，德製染料，佔全世界所產者四分之三而強，且更以其半熟品，供給他人製爲染料，』可謂盛矣。

染料之用途，不僅可染神父正之袍，軍人之制服，社會黨之領結，及閨秀之彩帶也。如所謂『弗內芬』(Favine)染料，且可殺農中之微生物，其效頗速。又如與染料相關之品，更有所謂煤膏藥劑者，(譯者按六〇六及九一四皆此類也)如阿斯皮靈之治頭痛，芬內西丁之祛內熱，色浮乃爾及佛樂乃爾之催眠劑，悉已造福



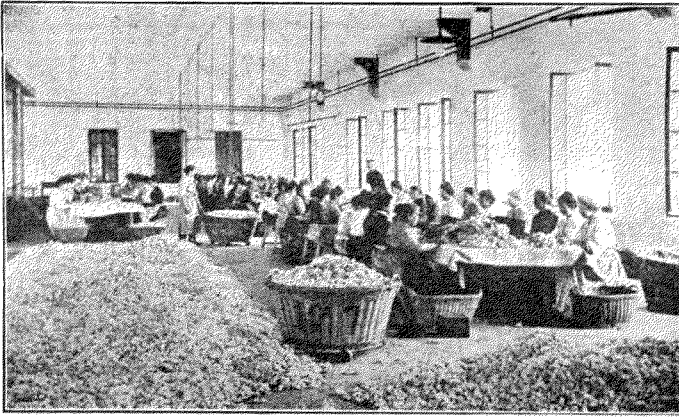
海 螺 殼 之 染 料

海螺種類甚多，惟地中海之二種，特能供台里安紫色之用。小殼可直接擊碎，較大者則先將海螺曳出，而後壓碎之。在台里安岸上現仍有大批螺殼可見。

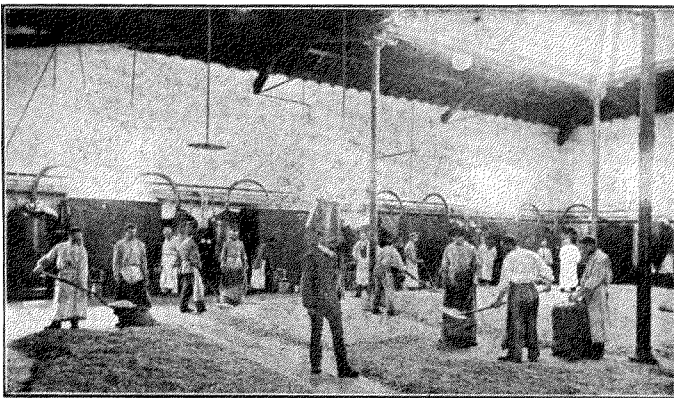
無量，譽播人口也。

人造之香精

人造二字，絕不含輕視意義。蓋化學家所造之靛青，初不必劣於靛草所產之靛青。自煤膏製成之麝香，初不必劣於麝臍之出品也。吾人誠知人造品所用之方法，與天然者不同。然而自化學上視之，最後所得之品，固二而一也。或者天然品上，常有極少量之雜物，據而不去，以故常保存其特殊個性。如木版與鋅版之不同，生鐵門與熟



棟提數百萬朵之玫瑰花



蒸餾橙花以供香精之用

鐵門之迥異。然總括言之，人之於香精，及其他之重要物品，其初也，力求天產品；其繼也，順天然之性以爲己用（如廣植花林是）；其卒也，更進一步，乃專力於創造事業；卽如玫瑰花之主要成分，爲「吉薔麗偶」(geraniol) 橙花精之主要成分，爲「萊蘿麗」(nerol) 在現時，俱可以綜合法製得之也。

嗅覺與味嗅，猶姊妹然，而香精之歷史，亦卽爲香料之歷史。卽如凡尼林香料，曩昔取之於天然產品之凡尼林豆，自一八七四年綜合成功以後，今日之凡尼林，多以人造者代天然品矣。吾人所有之惟一抗議曰，天然品與人造品之競爭，應令其機會均等。請審美家審定二者之生理作用，心理作用，是否相等，可也。吾人照審定之真值付



格拉色(Grasse)附近採集茉莉之圖

格拉色爲一山水奇秀之鎮市，位於法之南部，爲香精製造之中心點。有卜茄香花莊者，於春季花盛時，月收玫瑰二十五萬磅。平均言之，卜茄每年用橙花一千八百六十噸，玫瑰千噸，紫羅蘭百五十噸，茉莉百三十噸。種花區域約合華畝六十九萬畝。脂肪與油類，爲精細提取香精之劑。

人造之香精，與天然玫瑰絕不相關者，可用以攙和或代替天然品，惟香味是否一律，則爲另一問題。

價，亦可也。惟以人造之吉蕾麗偶，與玫瑰精混合出售，則大不可。

人造橡皮

印度橡皮，爲樹膠之一種。存在於似乳之植物汁中，而以大戟及無花果類之樹，尤爲豐富。採取之法，於樹上割裂一口，汁卽流出。此類樹現今推植甚廣，向所視爲非其生長地者，今已爲種植區域矣。橡皮之用，吾儕知之甚審。如車輪，如禦水物，如雨鞋，如熱水瓶，如注射器，如瓶塞，如賽烏木器具，種類極多，不能備舉。現幾將其從前命名橡皮卽磨擦品之意，完全忘去。更有一樹膠質，名格搭白查



在普陀美有 (Putumayo) 區域自橡皮樹割皮取汁之圖

先在樹皮上割裂一口，下繫鐵罐。樹膠流出，卽墜入罐內。收集樹膠若干後，置於一大盆中，以瓢盛之，在煙上燻熱，則乳汁之樹膠，立卽變爲橡皮。所用發煙之物，則真管客立棕欄之塊屑是也。

(Gutapercha)者，可供防護海底電線，及製造郊球之用。

置橡皮於曲頸甌中，加熱蒸餾，即變為類於揮發油之液體，其名曰『愛梳卜令』。綜合化學家之問題，即為如何製備此愛梳卜令，且使之變為橡皮。此事之歷史，殊為奇特，吾儕於此，僅能言愛梳卜令，有數法可由人工製得（如自山薯發酵之酒油製取是）。既得之後，亦有數法，可由人工變為橡皮（如置鈉與愛梳卜令於一器中使之乾燥是）。在一九一二年，紐約城曾陳列人造橡皮之汽車輪盤二具，且皆曾行程數千里者。然此問題，科學上雖已解決，而工業上則否。蓋自山薯或松節油中，提取愛梳卜令，俱甚不經濟也。現用方法之最有希望者，當推自阿西台林製備之法。此法以焦煤與石灰，同熱於電爐中，可變為水月電石（學名二炭化鈣），以水月電石與水混合，即發生阿西台林氣體，此氣體可用化學方法，製為愛梳卜令，再變遂為橡皮。然自經濟上言之，則自植物採取之橡皮，固仍較為獲利也。

製糖

原人之識甜味也，大抵得之於果與蜜，後乃漸知自蔗壓汁之法。甘蔗何以自遠東運入西印弟羣島，及拿破崙扶助甜萊菔製糖工業之歷史，洵屬可詠可歌，然與

本文無關也。吾儕知綠葉植物，俱能製糖。然除甘蔗甜菜蔗外（即楓糖亦不足道）製成糖量，或存果中，或由蜂採。其直接產出者，甚爲微細，無採製之價值。化學家區分各種天然糖，既畢其事。乃製造天然品中所無之糖數種。更改良提煉之法，使此養生之品，可以純潔。史祿生博士之言曰：「白糖乃合乎理想標準之食物。其價廉，其質白而潔，易於攜帶，能持久，味美而不含雜質，無微生物寄生危險，富於滋養力，溶度大，消化吸收，俱甚易，不烹可食，且無渣滓，其不足之點，即爲太純。惟其純也，故人不能單獨食之而生活。」從事實言之，每日食糖逾量，殊爲危險。而消化機關有疾之人，更不宜服食。於是創造者之化學家，乃起而相助。美之倫孫（Tia Remsen）後曾爲霍布金斯大學校長，於煤膏衍化品中，創作一物，名之曰糖精。味濃於糖數百倍，而實非糖絕無滋養價值。然加諸茶與咖啡中，其味殊美；且與不能服糖之病體，毫無妨礙也。

二

化學幻術

吾儕在幻術試演場中，見施術者，以縐巾變爲兔，再變爲鴿，殊覺樂之不倦。然在

化學實驗室中，真正幻術，較此爲多。化學師洵一變幻家也，其所操術士之杖，一揮而甚易腐臭之油脂，變爲固體久經藏貯，再揮而腥臭之魚油，臭味全去，可用以製皂，或作食品。曩者化學師以牛脂製爲充乳油，今則椰子，棉子，花生，大豆之油，俱爲製作什錦乳油之原料。蓋獸脂之位置，幾盡爲植物脂肪所攘取矣。吾儕注重之點，一則爲化學家小施其術，可使熟悉之物，睹面不相識。二則爲精美之乳油，不自牛身，亦能取得也。

木材質之變化

植物細胞之垣，爲木材質所構成，此質爲炭水化合物之一，與澱粉係同一程式（炭_六，氫_十，氧_五）硬則爲木材矣。吾人食品，如青菜之屬，俱含有木材質。然其裨益身體之處，則甚微渺。其重要之處，乃於他方面見之。如煤之構成，如木之質料，俱有賴於木材質。而化學家變化物質之起點，亦間有本於是者。蓋化學家之能力，雖可以自無機原質，如炭，如氫，如氧，如氮，構成一物。然如有捷徑焉，無待取材於最初固亦樂用之也。

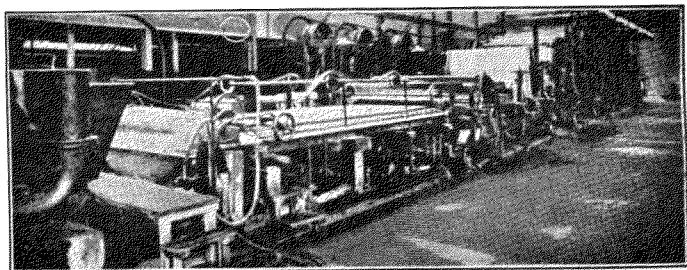
木漿爲近世製紙之最要原料。設以紙一片，就顯微鏡下，細加視察，其所見甚細

之纖維，悉為植物細胞餘剩之物。其他用途，如飲盃，飯巾，繩索，旅行篋等，亦在在皆是。若與他物化合而成之物，如起光棉紗，及人造絲，則更重要矣。

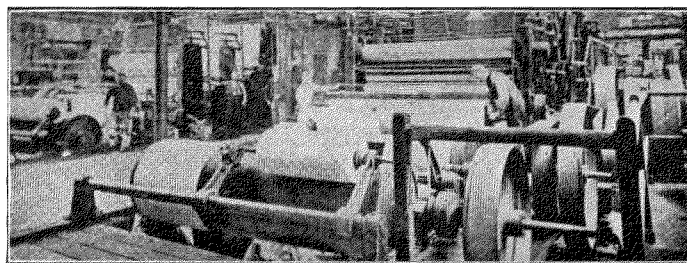


木 漿 製 紙

圖中圓形者為調漿器，在此器中，木漿或草漿與水混和，經調漿器之攪動，破碎成爲乳狀物，再加提製，以去雜物及塊之木碎者。



以抽水機將漿液運入上鋪銅絲細網之造紙機，此機向前轉，同時亦左右搖動，漿液中之水分，由網中濾下，而因此機前後左右並動之故，木材纖維，遂互相纂組。再後此銅絲網經過一吸水器，纂組之纖維，失去其殘餘之水，變而爲紙。已成紙張，繼續前進，以毛氈托之，經過熱捲筒上，乃完全乾燥。



造紙機“乾燥之端，”表示已成之紙，分爲若干不斷的長捲。印刷機上所用，即此等紙捲也。捲之長者，展開可有紙五英里（約二萬六千餘尺）。

史祿生博士，曾就此點，舉羅倍耳（Alfred Nobel）割手故事以爲證曰：

羅倍耳者，瑞典化學家，而主張非戰者也。一日在實驗室中，自割其手。此化學

家常有之事，無足異也。繼乃溶火藥棉於酒精及以脫中，以塗手之傷處，此亦化學家習常所爲也。雖然，羅倍耳於此，乃不似常人，及其他化學家之植立搖手，以糞藥膜之乾燥。而憶及所研究吸收硝基甘油之問題。蓋以火藥棉溶液，性黏而易乾，乾後則變爲硬膜。設與硝基甘油相混合，而能凝結，甯非幸事。於是保存其用剩之火棉溶液，更以硝基甘油加入。果也，一剎那間，即變爲膠膏狀之物矣。

此膠膏物者，近世戰爭中最初所用之炸藥也。此外又爲救傷劑中之「新皮」，且可爲照相及影戲底片，以供吾儕之娛樂。推廣言之，則木屑堆中之木材質，可以爲韞底，可以爲車墊，更可爲人造象牙之浣洗用具，及他物若干種。



近世炸藥之能力

圖爲木樑一根，炸後完全毀壞之情形。尤可注意者，爆裂之力，能將水一大堆引起，升於空中。

擒氮

生物之體質，其一部分爲氮炭化合物，如蛋白，如乳酪，如麥膠，皆是也。此類物質，統名之曰蛋白質。欲生物體質之生機，繼續不止，則每日食品中，必須有含氮之物，以供給需要之氮量。動物不能利用蛋白質以外之含氮物，而蛋白質惟自動物，或植物之身，始可取得。若植物則取氮於硝酸鉀，及相類之鹽於土中。故土壤中氮鹽之供給，不可或缺。此種供給，一部分爲天然的。例如枯枝朽幹，墜落地面，蚯蚓之屬，帶入土內；抑或么麼生物，一朝死去，甲蟲埋之於土。積時累日，完全分解；更如穀類餘梗，耕入田內，洩勃肥料，播之隴畝，逐漸變化，成爲銜類。植物乃吸收之，以助生長矣。

就另一方面言之，木與煤之燃燒，皆使固定之氮，返而入於大氣。又若火藥之用，亦爲損失固定氮氣之一道。卽如小砲彈一發，雖僅用火藥一磅。其損去之固定氮量，則與大氣三百萬蚡所含之氮相等。故彭格教授 (Prof. Aunge) 有言：『鎗砲之彈，無論是否命中，而殺生則等。蓋個體死後，自其朽爛之肉體中，發生相等之新生命。故生命方面，不因個體之死而有所損失。惟損壞已經化合之氮，實爲減少生物

共依之資本。』此其言爲定量的生命觀念，蓋失去領袖人材，其生命的等量，無從計算也。

綜上所言，農夫最重要問題之一，卽爲維持土壤內化合氮量之供給。最簡易之解決法，在植物篇中曾略述及，卽多種莢類植物是。此類植物之根，有小塊莖生於其上。此中之微生物，能用吾儕現時未知之方法，吸收空中之氮而固定之。設此種植物之全部，或一部，耕入地內，則土壤對於其後之他種植物，滋養更茂。此法雖佳，微嫌過緩。故農夫施肥，多用智利產之硝石。然智利硝石爲價既昂，復不能取之不竭。故化學家發明，就本國製造硝石之法，至爲重要。今日瑞士之山谷，有「一端爲冰山，而他一端爲百分九十八之硝酸」者。蓋化學家發明，自稀薄之空氣中，直接製取肥料，而間接增加食品之產量也。

吾人知閃電通過空氣時，能分離氮氧之原子，而使之互相化合，以成氧化氮。此進步之初基也。化學家代以極大之電脈，而以甚高速度，驅空氣行乎其間。蓋電脈之溫度絕高（約華氏表六千三百度），苟速度不高，則所成之物，將不旋踵而爲此高溫所分解。設就近有天然之瀑布，或其他水力，以供給發生電脈之能力，則自空氣中採氮之代價，其廉也明甚。

德意志之天然水力，不及瑞典璦威諸國之大。於是另取一策，以固定空中之氮。卽世所共知之赫白法 (Haber Process) 是也。此法所用之原質，爲氮與氫。化合後爲銜。所用之接觸劑，乃非電爐，而爲一無聲之稀有原質。如鈾、如鎳、如鉑，皆各具不可思議之媒介能力，使與之接近之原質，彼此起化學作用。雖然，赫白法非易事也。在所用原質未與接觸劑接近之前，須經過若干手續，使之純潔。迨銜既化成，又須另藉一接觸劑之力（鉑絲網），改變爲更爲有用之硝酸，卽阿斯華德法 (Ostwald Process) 是也。要之自空氣中，擷取原料，其限度在今日可謂極廣。若氧則用於工業，助阿西台林之燃燒，發生高溫，以供鍛接之用；若氮則如上文所述，以供製造肥料之用，故二種原質，每年採取之量獨多。此外若氫、若氬，亦自空氣中取出，用以製造優美電燈泡。

在離去肥料問題之先，不能不略述蜻化銜基之製造與功用。本文前章，曾言及以電流通過焦煤及石灰之混合物，則鈣與炭相合，而成爲二炭化鈣。加水卽發生阿西台林氣體。設加大熱於二炭化鈣，並同時以氮氣流通其間，則氮乃固定，而成爲蜻化鈣銜。其狀如石，可用爲肥料（俗謂之石灰氮）。若更以蜻化鈣銜，受逾量熱之蒸汽，則發生銜。可一易爲硝酸，再變爲肥料，其究竟，則食品產量之增加是也。

雖然，上文所述，僅就一事言之，非全論也。蓋自最初之火藥，以至最近之「梯淹梯」(TNT)，無論為硝石硫炭，同研而得之粗品，或化學製造之硝基甘油，棉花火藥，及硝基代之煤膏產物，凡戰爭所用之炸藥，咸有賴於硝基之崩性。蓋氮與其他原質不易相合，既合之後，亦復偶經震激，便有脫離關係之趨勢也。

鉀鹽之供給

植物營養料最要之一，厥惟硝酸鉀。此物之硝酸部分，現可自空氣取得，不必掘之智利國鳥糞叢中，而鉀將於何取之？實一要問。史祿生之言曰：「產麥一噸，須自土中吸取氮四十七磅，磷酸十八磅，鉀鹽十二磅。」果爾，則農夫之事業，不第須彌補氮之銷耗，且同時須注意於磷及鉀矣。世界農業上需鉀之量，洵至鉅也。（譯者按，磷酸礦物，各國俱有，不虞其匱乏，故著者略而不言。）

鉀鹽之天然來源，首推德國士塔司第之岩鹽礦。蓋億萬年前，海水淹入，迨後逐漸蒸發，此結晶體遂排列整齊，存留石內。在一九一三年，美國農夫，自德購入岩鹽，可百萬噸。價值美金二千萬元以上，由此觀之，鉀鹽之供給，須向他方面尋覓，其理明甚。（譯者按此指與德宣戰後言）化學家負前驅之責，尤屬無從旁貸。普通礦

石，含鉀者甚多，如螢石，如花崗岩皆是。然必取之易而費用廉，斯爲合用。史祿生氏常以其超軼之筆，形容此事曰：「農夫有鉀鹽，封鎖於矽鹽之內。譬之商人，將保險箱鎖鑰，遺之家中。雖經濟能力，不至破產。而卽期兌票，則不能照付。吾人所需要之鉀鹽，須如現款，始可通行也。」現時所用鉀鹽，有取自木灰者，有取自甜菜蔗糖剩下之濾汁者，亦有取自海葦者，總之，則此問題，除德國外，在他國無一解決者耳。

化廢物爲富源

如右所述，化學家有創製新物者，如哥羅法母麻醉劑是也。有以人工新法，製備天然品者，如靛青是也。外此則化學家之聰明才智，每用於化腐爲奇之事業。請舉數例，以證明之。數十年前，人咸以棉子爲無用之物。棉花旣得，則其子亦焚之或棄之而已。若今日，則棉子之用，不下數十。壓餅可飼牲畜，榨油可供人食。更如紙，如油灰，如肥料，如胰皂，如油漆，如無烟火藥，皆是也。卽微如番茄子，前此爲罐頭公司所拋棄者，現加壓榨，可得百分二十之良好食油。化學家乎，誠社會新經濟之先導者也。

結論

化學家之創造事業成功史，乃科學史中最輝耀之一部分，而備具奇蹟者也。史祿生博士，曾於一九二一年著作一書，名之曰創造的化學。讀之如新奇小說，引人入勝。著者是篇，獲益匪淺，願以之介紹於讀者諸君。茲篇所述，僅能舉化學家成功之例而已。約而言之，前此稀貴之天然品，今以發明人造之故，乃量多而價廉；前此用罄，或因政治變動，而不能購取之物，今以新法製造之故，乃用簡易之原料，即能製得，且不必限於特殊之產地；今所綜合，而前人未見者，不下千百；昔爲廢物，而今爲富源者，又至繁夥；擴而充之，前途止境，實難預計。卽或以爲生理化學之新發明，將使人類之吃飯問題（譯者按原文作麪包奶油問題）完全改變，亦非妄臆。蓋研究化學之宗師，始注意於分析，近並及於綜合，卽此已足使世界爲惡爲善，俱全一新也。

參考書

Findlay, Alex: *Chemistry in the Service of Man*

Hendrick, Ellwood: *Everyman's Chemistry*

Phillip, James O.: *Achievements of Chemical Science*

Sadtler, S. S.: *Chemistry of Familiar Things* (New York)

Slosson, Edwin E.: *Creative Chemistry*

Soddy, Frederick: *Matter and Energy*. (Home University Library)

Tilden, Sir W. A.: *Chemical Discovery and Invention in the Twentieth Century*

第三十篇 氣象學

美國立東南大學地學系主任 竺可楨譯

近世氣象學之目的，在研究環繞地球外部之空氣，且發明空氣在地球上運行之定理。此等定理苟能完全曉喻而後，則風雲晴晦，不難預料於事先，而氣象學將成爲有極大價值之一種科學矣。

地球上各處之是否適於人類之生存，幾全視乎氣候狀況 (climatic conditions) 而定，雖依目前而論，人類能應付任何氣候上之環境。但世界最冷之地，或則地無居民，或則人烟遼闊，如北部西伯利亞其明證也。氣候對於各人種之性情，常有密切之關係，其影響之遠大，自在意中。在地球歷史上，數經冰河時期 (ice ages) 足證氣候變遷之劇烈。當冰河盛時，歐洲北美之大部份，均埋藏於冰河之下，主要山嶺，均成爲冰河之中心。迨日後溫度較高，冰河溶解，成爲巨河大川，流入於湖海之中。迄今此等湖海，已成陳跡，或變爲沙漠，或縮爲沼澤。此等變遷，均遠在古代，目前地球上信風帶內，雖以沙漠著，但自人類有歷史以來，殊無全球逐漸趨向於乾旱之

確證，且間有足以資爲地球逐漸趨向於濡濕之左證者。如在中央亞細亞氣候固日臻於乾燥，但非洲撒哈拉 (Sahara) 沙漠中，則昔年不堪耕種之石田，目前乃反足滋生草木也。

一

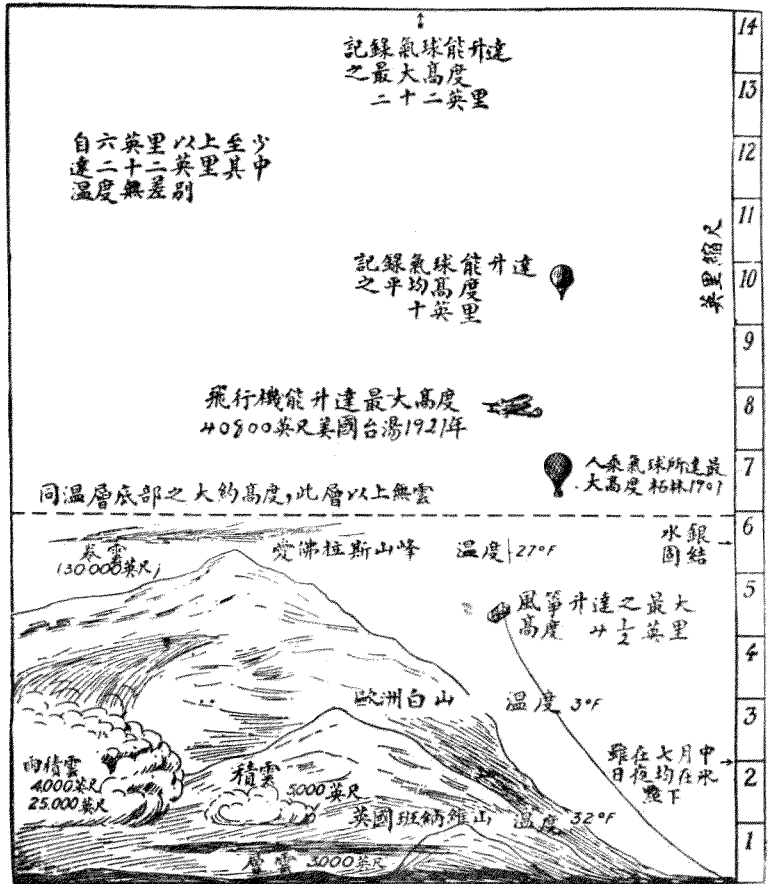
天氣 (Weather) 變更之原因

天氣之變更，由於空氣之紛紜不定。空氣愈紛亂，則天氣之更變也亦愈劇烈。空氣之所以紛紜不定者，其最要原因，爲地球各處所受太陽之光與熱有多寡不同之故。餘如地球之自轉與公轉，地球面部海陸分布之不勻，地面高度不同，而所受日光有多寡之別，以及空氣之爲氣質，故其體積，氣壓，溫度，均易生更變，凡此種種，皆足以助空氣呈紛亂之現象。

目前氣象學之數學或理想方面，雖極爲世人所注目，但氣象學進步最速，實在其實驗或觀測方面 (observational side)。蓋各種理想，全恃觀測之結果以爲後盾，使事實與理想能相符合，則其理想始有價值。是故世界文明各國，莫不有氣象測候所之設立，而此等機關，在各國又多屬於政府。其責任在於記錄氣候上之各種要

地球之外，環繞四周者皆空氣。空氣由數種氣質混合而成。其最要氣質，在下層

空氣中之上下二層



空氣與測量空氣之方法

圖中所示係著名山岳之高度，以及各種主要雲類之平均高度。各種空中探險方法，以及所達最大高度亦表示於其中。圖中虛線為北緯五十度左右之上同溫層與對流層更迭之處。

素，以為預告
風雲晴雨，以
及統計上之
用。英國政府
司觀測氣候
之機關，名氣
象司 (Meteo-
logical Office)，
屬於航空部
(Air Ministry)。

爲氮與氧，炭酸氣與水氣雖有而所占成分甚微，至於氫（argon）則更鮮矣。在上層空氣之成分，或有不同，氫與氣（helium）均存在於上層空氣中，依最近之說，則以氣爲尤多也。

若以溫度而論，則空氣可分爲上下二層。下層空氣之溫度向上低減極速，在上層則不然。以科學家研究所能及之地而論，則上層空氣之溫度，不因高下而生參差也。

氣象學家因名上層空氣爲同溫層（stratosphere）下層空氣爲對流層（troposphere）。自地而上升，高度愈大，空氣溫度愈低，迨達對流層與同溫層之交，若更復上升，溫度不再下降。此中變更，常極迅速，然亦有徐緩者，但對流層與同溫層更迭之處，不難推測而知也。同溫層離地之高度，因時因地而有不同，如在北緯五十度，其高度約在拔海面七英里左右。同溫層與對流層中，空氣之溫度，均非一定，時有升降。二層之所以不同者，則在同溫層中，空氣溫度不因上升而低減，在對流層中，則空氣溫度能因上升而低減也。是故昔人有謂上升愈高，則空氣溫度愈低者，其言要未足信，同溫層實爲近今之發明。試略述此驚人發明之由來。

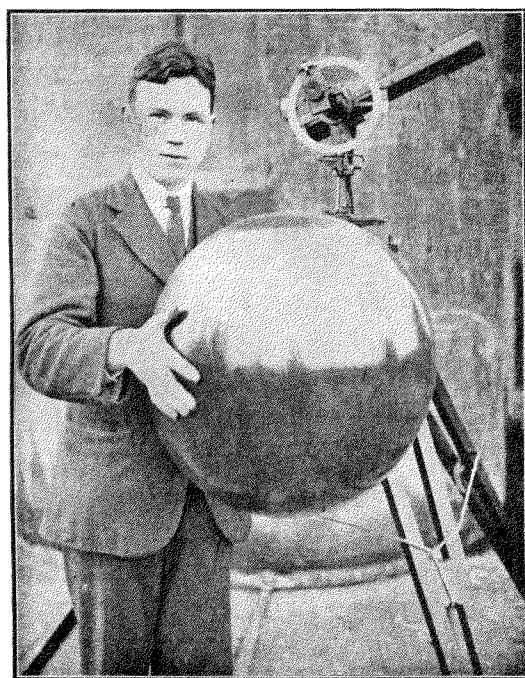
上層空氣之測候

對於上層空氣之研究，極爲近今科學家所注目。在各國要重測候所，其測候上層空氣之利器均惟輕氣球是賴。所用之氣球有兩種。其大者稱爲測量氣球 (Ballon Sonde) 中貯微小而極精巧之儀器，曰氣象儀 (meteorograph)。上升時挾之以俱。氣球一入空中，逐漸上升，直至爆發破碎而止，其中所貯之氣象儀乃下降墜地。氣象儀籠以竹製之匣，且球破後，球衣在空中飄轉翱翔，不即驟下，故氣象儀雖隨球衣墜地，但往往得以無恙。儀器上繫有懸賞通告，凡有人拾得此器，可向附近郵政局繳還，并可得若干報酬也。氣象儀中所記錄者爲氣壓、溫度、及濕度。各種記錄均在一長方形之銀鍍金類製牌上，其大小僅如通常用之郵票耳。故欲知所得之結果，須於顯微鏡中檢得之，但甚精確可恃也。

第二種氣球則較小，輕氣裝入後，其直徑亦不過十八英寸至二十四英寸。球衣以橡皮製，染作深灰色，使易於觸目。此種氣球名爲探風氣球 (pilot balloons)。各國氣象臺每日施放若干。其內裝輕氣，入空中而後，其行蹤可以經緯儀 (theodolite) 測定之。測定之法，或二處同時觀測，或一人觀測亦可。如二處同時觀測，則二地相

距，必須在半英里以上，其間距離即成爲基線 (base line)，測定氣球之地位，即以此線爲標準。二處預先約定時間，同時觀測，每分鐘觀測一次，記氣球在空中之仰角 (angular altitude) 及其方位角 (azimuth)，即氣球方位與基線所成之角。自此等記錄，即可求得每分鐘氣球所在之地點。若以一人觀測，則較爲迅速。其法即假定氣球上升之速率爲定而不變的，直徑十八英寸至二十四英寸之氣球，據近來實驗之結果，其上升速率，約爲每分鐘四百五十英尺，至五百英尺。知氣球之高度，仰角，及方位角而後，則其所

在之地位，不難即時以自算尺 (slide rule) 求得之。此法較爲簡捷，故各國測候所多樂用之，因用此法觀測，事竣而後，其結果亦可了然於胸中矣。



探風氣球 (pilot balloon) 將上升時之景象

在觀測者之後，爲一特製之經緯儀，以備觀測氣球所循途徑之用，其法即每隔若干分鐘測定氣球之速率及方位一次。以此法所得之結果極有價值。普通探風氣球能達四英里之高，但有時能升至六英里之高，而始不見其蹤跡者。較大之測量氣球則可以升至十四英里之高。空氣達一定高度後，則其溫度不復下降，其理即由測量氣球所發明。

氣球行蹤之測定

氣球上升時所循之途徑，極無一定。而尤以英國東部濱海各測候所測定者爲奇幻。蓋英國東部常有海風 (sea-breeze) 能挾氣球以西向入內陸。迨氣球上升達一處，超出海風之上，爲海風影響所不及，則其風又多來自西方，故氣球乃復折而東向，時或飛越原測候所，東入北海中，直至極其遙遠之處，乃失其所在。氣球所經之途徑，亦有作廣大之弧形者，則常轉向右方。或則作非規則的螺旋形。要之其所取途徑之作直線者，蓋寥寥也。此蓋由於各層空氣中之風向，頗不一致，近地面之風向往往與上層風向相反。空中交通，與風向有莫大之關係，航空者苟能升入一定高度，乘風而行，則其欲達目的地也，必可收事半功倍之效矣。

驚人之新發明

探風氣球雖微小，但往往在極高處尙能見之，普通在二萬英尺以上，自經緯儀之天文鏡中，猶能窺見探風氣球。亦有能達至三萬英尺以上，始失其所在者。較大之測量氣球，則騰空更高。蓋自所得之記錄，足以推知其所升之高度。離地面十四英里以上之溫度及氣壓，竟有用此法以測得者。此等記錄，予科學家以極驚異之

事實。蓋昔人常以爲自地而上升，愈高則亦愈冷，直至空氣外界而後止。但自氣球所測得之結果而論，則知自地而上升，其初焉溫度固逐漸下降，但至一處即止，過此更上，則溫度不復下降，直至測量氣球所能達之高度，尙無更變也。在北緯五十五度左右，同溫層離地面之高度爲七英里，在赤道上則其高度爲十英里，至南北極則僅五英里而已。

由地而上升，溫度逐漸低減，迨達一處而溫度不復下降，是實爲對流層之最高處，而爲同溫層之底部也。在對流層內溫度逐漸向上低減，故炎熱之空氣，得以上升，因熱空氣較冷空氣爲輕故也。但在同溫層內，則無此等現象。蓋空氣苟上升，則氣壓減少，而體積膨脹，體積膨脹，則溫度下降，而使較附近之空氣爲冷，空氣冷則重，即足以阻止其上升矣。

同溫層所以能存在之理由，雖尙未洞悉，但其影響所及，實至重且要。蓋空氣中各種紛亂之現象，多由於溫度高下不均而生。同溫層中各處溫度既相等，故此等現象僅能見諸同溫層之下。雲霧但能成於對流層中，各種風暴 (storm) 以及天氣之變遷，亦惟於對流層中始有之。

適於生物生存之地帶極爲有限

上升愈高，溫度愈低，其結果足以使高山之巔，終年積雪，雖在赤道之上，亦復如斯。是以搏搏大地，百物暢茂，然其足以適於動植物之生存者，僅限於極狹窄之空氣層內。此空氣層之厚，在赤道不過三英里，緯度愈高則愈薄，直至北極圈 (Arctic circle) 與南極圈 (antarctic circle) 則雖在海平面亦復不適於生物之繁殖，故在極圈左右，此層空氣已無厚薄之足言矣。全球空氣惟在此層內，始有冰點以上之溫度。

三

氣壓與溫度

空氣中之擾亂，由於溫度與氣壓之變遷。溫度為氣象學上之基本原數。地球面部所受之熱量，全來自日球，蓋日球幅射光與熱，達於地面，則能增益其溫度。但地面各處性質不同，故其所受之熱量亦有異。大陸之溫度易於增高，海洋則不然。日光經空氣而後，空氣不因之以加熱，但與炎熱之地面相接觸，則空氣之溫度乃能增高。大陸海洋均能傳導熱力予其附近之空氣，此所以在中午或夏季時，陸上之空氣遠較在海面上者為熱也。但水雖較大陸為難熱，但亦難冷，是故達冬季，或子夜，

則大陸上之空氣，又較海洋上爲冷矣。

大氣爲各種氣質所混合而成，已如上述，但各種氣質均具同一性質，即熱則體積膨漲，冷則體積減縮是也。反而言之，凡氣質體積膨漲時，其溫度即低減，體積收縮時，則溫度即上升。如氣質之一部壓力增加，則其中有若干氣質必流向他方，壓力較低之處，在大氣中，此等氣質之運行名爲風。

設地面一處受熱較多，則其溫度必較附近各處爲高，溫度高則體積擴大，而使上層空氣受重大之壓力，夫如是，則其上層空氣所受之壓力，較附近各處同層內之壓力爲大，於是空氣即流向他方，氣壓之較低者。但他方受此加入之空氣以後，其近地面之氣壓，必因之以增加。結果則在地面受熱較多之處，其氣壓反較四旁爲低，遂使地面上各方空氣，均流向溫度較高之處，如是流行 (circulation) 不息，遂成爲風。

此等空氣之流行，可以設一喻以說明之，置爐於室中，積薪其內而焚之，洞開窗牖上下兩部，則室中之熱空氣，將自窗穴之上部流於外，而戶外之冷空氣，則將自窗穴之下部流入也，此雖小事，可以喻大矣。

地面各處局部之空氣流行，雖時見不鮮，特其最要者，實能廣被全球，成爲系統，

日球既爲地面上熱力惟一之發源地，故亦爲支配空氣流系統之最要主宰。在赤道上，所受日光較他處爲多，至高緯度，則同一地也，冬夏兩季所得熱量，復相差遠殊，因之以生寒溫熱三帶之差別，冬夏寒暑季候之不同，而全球空氣流系統之形勢，乃於是乎成，凡各種天氣與其變遷，莫不與空氣流系統息息相關者也。

四

空氣中擾亂之影響

在空氣下層，即對流層中，所生之擾亂，極爲複雜，本書限於篇幅，不能詳述。但其本來面目，可於世界空氣流系統，及地面上氣壓溫度之分布窺見一斑也。在赤道附近爲無風帶，又稱「陀爾登」(doldrum) 帶，是實爲地球上氣流之最要來源。此處炎熱之空氣，向上升騰，外溢而往兩極。下部空氣上升而後，南北兩方之空氣乃吹入以代之，此等接濟來自北回歸線 (tropics of cancer) 與南回歸線 (tropics of capricorn) 之左近。

但地球自轉，日夜不息，此等運行對於風能生一極可驚異之影響。乘電車者，若於電車轉角時，在車中向前而行，則必不能直前自如，而傾向一方。此蓋由於乘車

者雖欲逕往直前，而其足下之電車，乃適轉向他方也。地球上之風亦猶是耳。當風吹向一方時，其下之地面乃適移向他方，其結果，對於地面而論，亦足以使風轉向。蓋吾人四周之空氣，實隨地球以移轉，猶乘電車者隨車而前行也。但風尙能在地面上自由行動（猶之人在車中能自由行動也），地球自轉，使地球上之方向，時時更迭，故風向亦若隨之而變矣。在北半球地球自轉，能使風轉向右方，在南半球，則使其轉向左方。

信風* (Trade Winds)

因上述原因，所以凡風之自北方或南方吹向赤道者，未幾而變爲東北風或東南風，此等風，名爲東北信風（北半球），與東南信風（南半球）。自赤道上升之空氣，達高處而流向兩極，復因上述原因，在北半球折向右方，而在南半球則折向左方。故熱帶中上層之風向，在北半球爲西南，而在南半球則爲西北。此等上層風名爲反信風 (anti-trades)。反信風至回歸線附近，乃復下降而成一無風帶，即所謂回歸線無風帶是也。北回歸線以北在北溫帶中，地面多西南風。南溫帶內則多西，西北風。至空氣上層則無論南半球與北半球，其溫帶均多西風。南半球溫帶中西風

之盛，著名於世，航海者均視爲畏途，因風猛浪高，使扁舟撼盪於海洋中，故南緯四十度左右有『撼盪四十』(rolling forties)之稱也。在北溫帶中則風殊不如在南溫帶之有定向。南北溫帶之所以有此差別者，由於南半球多海洋少大陸，而北半球則海陸參半之故。海陸對於所受日光影響之不同，已如上述，大陸雖易熱，但亦易冷，海洋則反是。時當炎夏，則北回歸線以北，及南回歸線以南之海洋中，氣壓高而溫度低，在大陸之上則有極高之溫度與極低之氣壓。迨暑往寒來，大陸之上，溫度下降，而成高氣壓，海洋中則溫度較高，而成低氣壓。此等冬夏兩季之變遷，在北半球較南半球爲尤厲。

* Trade winds 不應譯作貿易風，因此處英文字 trade 不作貿易解，乃常而不變之意。譯者識

五

印度之季風 (Indian Monsoon)

冬夏兩季氣壓高下之更易，生一重要之現象。現象惟何，卽『季風』(monsoon)是也。在印度季風之來，每歲有一定之時期，儼如節候，至足奇也。冬季印度之風，來自東北，蓋亞洲之東北，時爲高氣壓，空氣由高氣壓吹入印度，故其風冷而乾燥，一

至夏季，則亞洲之高氣壓變而爲低氣壓，以波斯俾路芝 (Baluchistan) 爲其中心，而高氣壓則移向南印度洋中，在麥達介斯加 (Madagascar) 島與澳洲之間。當空氣自高氣壓流向低氣壓時，在北半球有轉向右方之趨勢，故高氣壓雖在印度之南，但風至印度沿海時，已成爲西南風。此西南風未達目的地以前，飛越廣闊無涯赤道上之海洋，故滿含水氣。迨達印度西岸，則適遇綿亘於麥拉牌 (Malabar) 海濱北之山脈，橫阻於前。西南風欲越此山嶺，則非上升不可。空氣上升，則氣壓低減，體積擴大，而溫度因以下降，原有之水氣，乃不復能包含於其中。蓋空氣溫度高，則其能收容水氣之量大，溫度下降，則本有之水氣，必且凝結而出，初爲雲霧，繼爲雨露，此所以印度之西南季風，常能使印度西部海濱得傾盆大雨也。印度東部之孟加拉 (Bengal) 灣，地亦濱海，且如阿薩姆 (Assam) 之南部，以及緬甸濱海等處，亦有高峻山嶺，橫梗於前。來自海洋中之西南風，至此亦偪迫而上，故孟加拉與阿薩姆之沿海雨量亦獨多。越濱海一帶山嶺而過之空氣，仍不乏水氣，餘留於其中，迨達喜馬拉雅 (Himalaya) 山，乃始悉數凝結而出矣。故喜馬拉雅山之山腰及山麓，亦爲多雨之地。阿薩姆省南部之層拉朋齊 (Cherrapunji) 稱爲世界雨量最多之地，每年平均有五百英寸云。

六

氣象記錄方法

氣象測候機關之組織

凡世界各國政府之設立有氣象測候機關者，其計劃大抵以中央測候所爲主要機關。舉凡天氣之預告，警報之分布輸送，各種統計之調查，及其核算，均由中央測候所執行之。與中央測候所相連絡或附屬於其內者，尚有若干之氣象臺，氣象電報通知所，及氣候所等，其責任均在記錄氣象上之要素。所謂氣象臺與氣象電報通知所者，均須於每日在一定時間，測定氣壓，溫度，等等，即時電知中央測候所，中央測候所得各方同時報告而後，乃將其結果繪之於圖上，老於斯事者，即能按圖索驥而決定圖上各處一二日內之風雲晴雨也。在英國傳送氣象電報時間，爲上午七時，下午一時，與六時，間亦有在上午一時另送一次者，所用點鐘，均以格林桌虛（Greenwich）天文臺之時刻爲標準。

* Greenwich 普通譯作格林威池，但英文此字之實無音，故譯作威池誤也。

氣象報告由電報傳送者，普通爲氣壓，溫度，風向與風力，濕度（humidity）視遠度

(visibility) 日光，雨量，雲量，(cloudiness) 晴陰雨晦，以及各種專門記錄。欲得上述各種要素，在較大之測候所，備有極精確之儀器，以司測量。較小之測候所中，則除有若干儀器不能省略外，其餘如風向，風力，均可以肉眼測定，聰穎練達之觀測者，其肉眼所測定之結果，極爲精確可恃。

記錄之儀器

記錄氣壓之儀器爲氣壓表 (barometer)。表係一玻璃管，依英國標準，長爲三十六英寸，管之圓徑爲四分之一英寸，或二分之一英寸。表之上端封閉，而下端則洞開，插入於盛水銀之玻璃瓶中。製表法先將玻璃管滿盛水銀，然後將管倒置，以手指或其他物緊塞管之開口一端，使水銀不能逸出，而空氣無從乘隙以入。置開口一端於盛水銀之瓶中，乃將塞於管口外之手指取出，則管中水銀必將下降，至管中水銀面與瓶中水銀面高下相差約三十英寸而止。管之上端無水銀處爲真空。管中水銀之所以不能悉數流入瓶中者，乃由於瓶中水銀面之上，有空氣壓力，足以抵制之也。由是可知管中水銀柱之重量，等於同一大小面積上空中空氣之重量也。普通所謂氣壓表之升降，即指表中水銀柱之長度或其重量增進或減縮而言。

亦即指等重量空氣之壓力增長或減縮也。換言之，則氣壓表中水銀柱之壓力，實等於空氣之壓力。

利用照相術以記錄氣壓

主要氣象臺上，均備有照相機式之氣壓表。其法即以普通之氣壓表，置於光源方面，於背光方面置有照相機。以照相鏡正對氣壓表，照相機內有塗氫（Dromine）之紙緊貼於一圓筒上，筒內有一鐘，能使圓筒於二十四小時內輪轉一次。水銀爲非透光體，故一日中氣壓高低之變遷，可於塗氫記錄紙上覘得之。由此法所得之記錄，名爲氣象圖（Barogram），其精確無倫，按此圖以列表，則氣壓變動之形態，可一目瞭然矣。

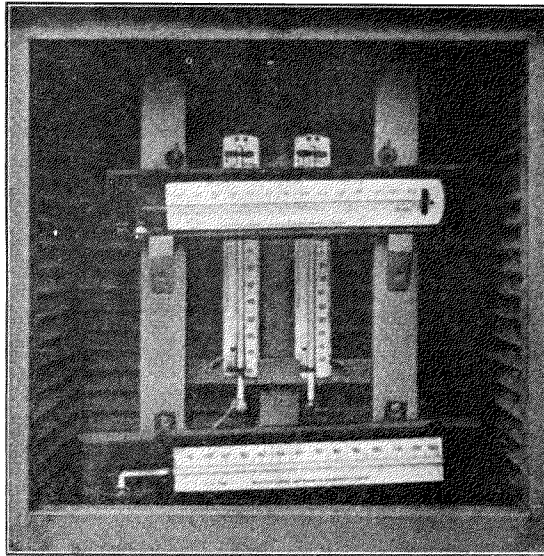
*原書敘照相氣壓表極簡略，難於領會，故譯時已加數語以解釋之。譯者識

此外尚有一記錄氣壓之儀器，即空盒氣壓表（Aneroid）是也。此表係一小而薄之圓盒，爲金類所製。其面部起伏不平，內部空氣盡行抽去，故盒內係真空。盒外空氣壓力之或增或減，足使盒之外部或抑或升。此等抑揚升降之運動，以若干槓桿（Lever）傳導於盒面部上之示針。針能左右移轉，面部四周刻爲若干等分，視示針

所指之度數，即可知氣壓之高低。空盒氣壓表雖較水銀氣壓表為便利，且易於攜帶，但其精密與靈敏則遠遜也。

測量空氣溫度之儀器，即為寒暑表 (Thermometer)。此器為一般人士所習見。寒

暑表係一玻璃管，管內之孔極細，但至其下端，擴大為圓形或長圓形之球。球內與管中之一部，均盛以水銀。溫度高，則球內之水銀即漲，而管中水銀柱因之以增高。若溫度下降，則球內水銀減縮，而管中水銀柱即因之以下降。



記錄溫度之司梯文孫 (Stevenson) 百葉箱

儀器藏於特製之箱內，內貯寒暑表四枚。其中二枚直立者，為乾寒暑表與濕寒暑表；乾寒暑表記空氣真正之溫度，濕寒暑表所記之溫度較低。其餘二枚橫置者，為最高寒暑表與最低寒暑表，記在一定時間內之最高與最低溫度。

司梯文孫百葉箱 (Stevenson

Screen)

氣象測候中，備有寒暑表若干枚，以為測各種溫度之用。此等寒暑表，置於特製之箱中，名曰司梯文孫百葉箱。箱之大小，東西長二十英寸，南北廣十三英寸，自頂

達底深十四英寸，箱蓋有兩層，中有餘地足以容空氣，箱之四周均圍以百葉窗，箱底亦能透空氣。其法要能使箱中與箱外之空氣易於流通，但同時不能使日光射入。百葉箱須置於草地上，離地高四英尺，其地須空曠，不爲樹木居室所隱蔽，務使寒暑表能記錄真正空氣之溫度。百葉箱之內外，均塗以白漆，使寒暑表不致直接受日光之影響。

箱內普通有寒暑表四枚，二枚直立於架上，其中一枚下端之圓球包以紗布，此紗布與綿製之燈心相連，放入貯水之杯中，綿製燈心因毛細管吸力，引水至紗布上，使之濡濕。此卽所謂乾濕計 (dry and wet bulbs)。其中乾寒暑表記空氣真正之溫度，濕寒暑表所計之溫度較低，此蓋因濕寒暑表之圓球，裹有濡濕之紗布，水分蒸發，而損失熱量之故。乾濕二表相差之度數，視乎天氣之燥濕而定。天氣愈乾燥，則二表相差亦愈大。因蒸發較速也。是故苟將乾濕二表之溫度，互相比較，則空氣濡濕之程度，不難覘知，是爲比較濕度 (relative humidity)。凡有霧之日，乾濕二表之溫度相差無幾，而降驟雨之時，則往往有相去懸殊者，足知降雨之時，空氣未必盡濡濕也。

百葉箱中之其餘二枚寒暑表，則平放於架上。此二枚寒暑表之結構，與前所述

者略有不同，用以測定在一定時間內最高溫度，與最低溫度，故名為最高寒暑表，與最低寒暑表，

(maximum and minimum thermometers)

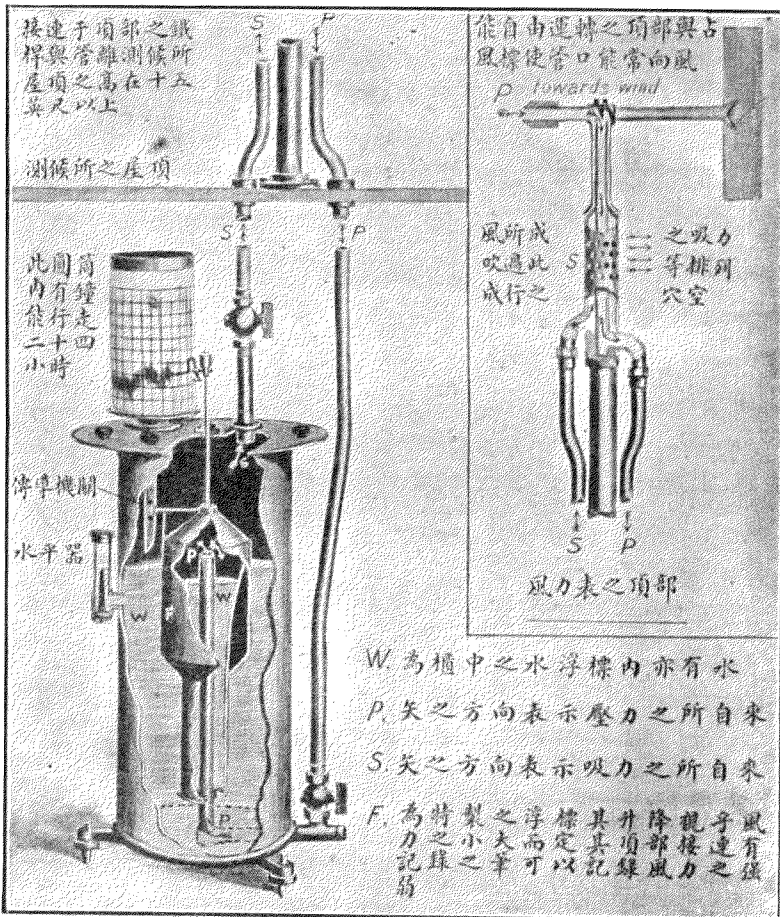
七

風之記錄

法

測定風向及風力之機械，在英國定為標準者，係英國皇家學會會員戴英

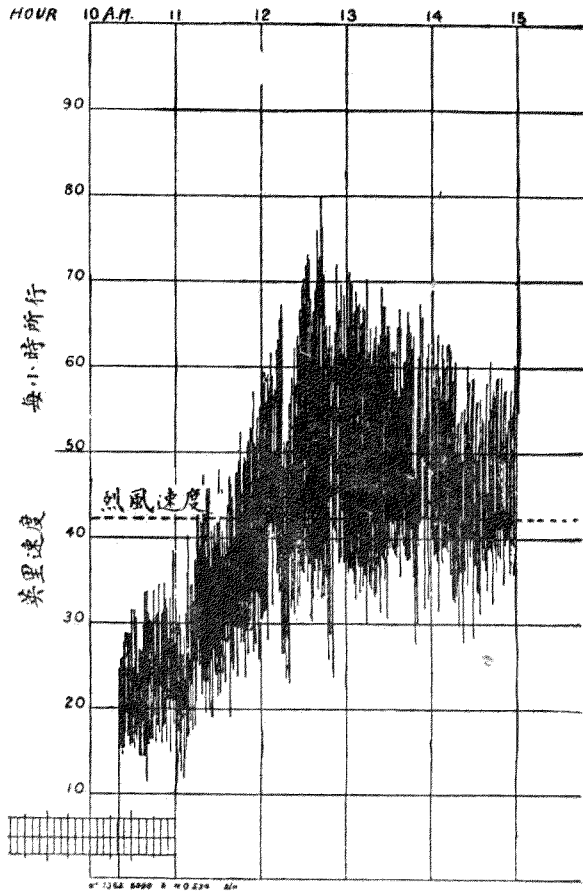
司 (W. H. Dines) 所發明之氣壓風力表 (pressure tube anemograph) 此器最近出



測定風力之方法 戴英司氣壓風力表 Dines Pressure Tube Anemograph

風力強弱有更變，則其所生之壓力即有不同。壓力大小之更變，由表之頂部自氣管中傳導而下，達於浮標內部之水面上，遂使浮標生升降，而與浮標相連之筆乃記錄於紙上。吸力所以增益表之功效。

帶之筆，隨之以上下，而記錄於紙上。是故風之一緩一急，均能傳諸筆端，而記錄於紙上。所記錄之圖，狀如一帶，其中點即為當時風之平均速度。用此法，則每陣風無



狂風時自氣壓風力表所得之記錄

自圖之左端可以計風於每小時所行之英里數。虛線表示烈風(每小時四十二英里)速度。

將占風標所受風之壓力，傳導於室內記錄之儀器上。所謂記錄儀器者，係一浮於水上之空盒，稱為浮標 (float)，其旁附有記錄用之筆，風之壓力增加，則浮標下降，風之壓力低減，則浮標上升，且同時使附

者與普通所用者，略有不同，特其原理則一也。表係一鋼製之桿，高自十五英尺至八十英尺不等，視乎其所在之環境而定，鋼桿之上端，附有能自由運行之占風標 (vane)，標為一開口之管，其口常向風，風來自何方，則口轉向何方。此外另用氣管，

論其時之久暫，均能表示於圖上。當狂風怒發時，設其平均速度為每小時五十英里，但風之來也時急時緩，當其緊急之際，常可達每小時八十英里，迨此陣風經過而後，其速度或且降至每小時二十英里。在英國記錄上最速之風，為每小時行一百一十英里，係民國九年一月二十七日當風暴橫亘愛爾蘭 (Ireland) 而過時，在開爾的 (Quilly) 測候所得此記錄云。

*開爾的在愛爾蘭島之西南。

氣壓風力表，除能記風之緩急及速度外，并能表示風所自來之方向。蓋占風標能指示風向，已如上述。占風標之運行，由相連之鐵桿以傳達於室內記錄儀器上，其法亦以筆繪於記錄風力之同一紙上，特風力圖在紙之上端，而風向圖則在紙之下端



盧濱孫風力計 (Robinson Anemometer)

圖中半圓形之杯有風即轉動，故照相時須一人以手持之，風之速度即以杯轉之次數計之。杯之下為占風標，能記錄風之方向。右方下部之儀器，為康佩兒司禱克日照計 (Campbell Stopes sunshine recorder.)

耳。

戴英司氣壓風力表未發明以前，盧濱孫杯狀風力計 (Robinson cup anemometer) 爲英國測候所最通用。是器之計風力也，僅計每小時風前行之里數，但亦能並記風向。

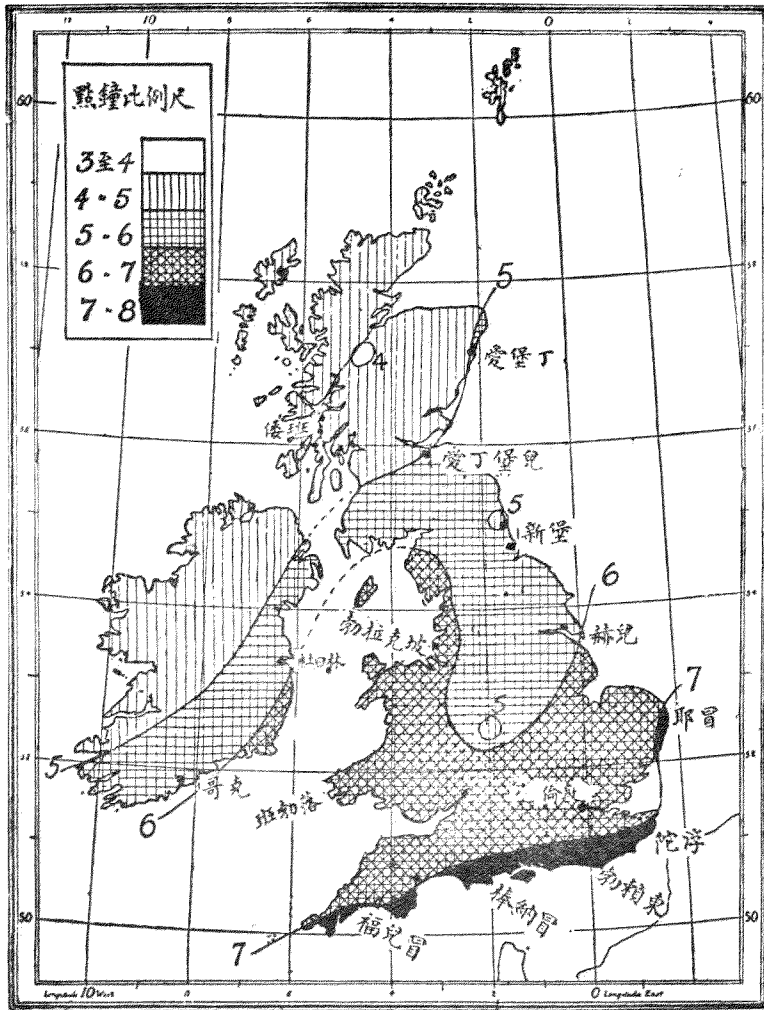
雨量之記錄法

在一定時間內所降之雨量，可以量雨器 (rain gauge) 測定之。量雨器之頂部形如漏斗，上端有極尖而深之口。雨水自此漏斗式之頂蓋，流入接雨瓶中，自此即可以刻劃有度數之玻璃杯量得雨水之多寡。如以英寸計算，須量至一英寸百分之幾，如以耗 (millimeter) 計算，量至一耗十分之幾。若欲得一較爲詳密之結果，則必須用量雨表 (hyetograph) 或自計量雨器 (self-recording rain gauge)。自計量雨器之種類頗多，然大都以浮於水中之瓶，接受雨水，雨水之重量，使瓶沈下，而與瓶相接之筆，即可以記錄之。及瓶中水滿，則記錄之筆已達記錄紙之底部，此時引起虹吸 (siphon) 作用，使瓶中之水盡行洩出，筆亦上升，又足爲接受雨水之用矣。

日光之記錄法

記錄日光之儀器，最通用者為康佩兒司禱克日光器 (Campbell-Stokes sunshine recorder)

器係一金屬製造之架，狀作半圓式弧形架，上置一水晶球，具有普遍鏡



陽歷七月每日平均日照時數

上圖表示英倫諸島在七月中平均每日所受日光之時數，以開立唐尼 (Caledonian) 運河左近英浮內縣 (Inverness-shire) 一帶所受日光為最少。島之北部在夏季晝雖長於南部，但每日所受日光數乃反向南增進，東南沿海一帶所受日光之多，尤足注意丁河 (Tyne) 與黑國間，則日光驟減，半由於工廠林立煙霧騰空之故。西北濱海一帶雨量之所以多者，因受西方海中所來濡濕之風有以致之。

(universal lens) 之作用，使水晶球之焦點，適達於弧形架之內部。架之方位，角度，須視所在地之緯度而定，要以能使日球所成焦點進行之線，與架之邊端相並行為度。架之內部，有孔道三，可插紙板於其中。水晶球所聚之日光，射於紙板，能使焦爛，但不能使燃燒。在溫帶內，冬夏春秋四季日球之高度不同，故須鑿有三孔道，以為插入紙板之用。一為冬季，一為夏季，而一則為春秋兩季也。當日光照臨時，能聚日光至紙板上，燃之使焦。故一覽紙上焦爛之遺跡，則一日中日照時數，不難計算矣。

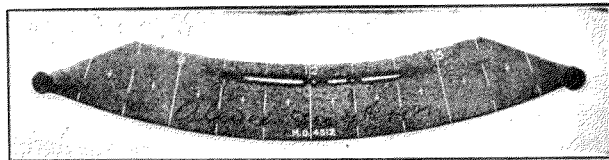
八

旋風之暴動

旋風 (Cyclones) 與反旋風 (Anticyclones)

旋風與反旋風之名稱，凡屬留心氣象報告者，皆耳所熟聞。二者皆係不規則的變遷，發現於空氣中，即在上述普通空氣流系統之內者也。

在熱帶內之旋風，其名稱因地而異，或稱赫烈根 (Hurricane)，或稱捲風 (Whirl)



日照計所得記錄之小影

圖中黑線為日光所燃焦之處，當日光猛時，則記錄紙被燃作隙穴，如圖所示。直列之白線為鐘點線，觀圖可以知自上午十時半以至中午，日光繼續照臨，無時或間，自中午以迄下午一時，則時照時隱。

wind)或稱颱風 (typhoon)。其發也驟而狂，往往災害隨之。熱帶旋風其範圍不廣，循一定之路線而行，美國之托耐陀 (tornado) 旋風*其所經之路線，長不過十英里，幅廣僅數百碼耳。但在此帶內森林五穀以及人爲之建築物，均摧折無遺，其力之猛，實足驚人。

*按美國不在熱帶內，但因托耐陀與熱帶旋風有類似處，故運帶較及之。譯者識

在溫帶內旋風雖較多，但不及熱帶旋風之狂暴，溫帶旋風所占面積亦較廣，其直徑常達一千英里。

熱帶旋風之生成，大抵由於大陸上各處炎涼不同，溫度高處，空氣即向上升騰，而風暴於是乎成焉。至於溫帶旋風之成因，至今尚無定論，氣象學家有以爲兩種溫度不相等之空氣互相接觸，爲其最要原因者。亦有信同溫層（即空氣上層）中溫度變遷有以使之者。上述各種原因，大抵皆足以使地面氣壓有高下之別，因以生狂暴之風也。

旋風與反旋風之成造

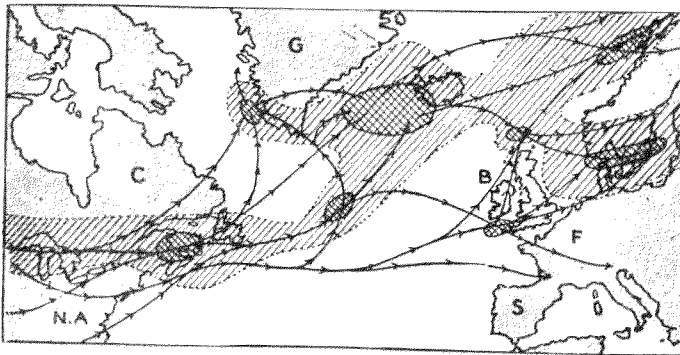
空氣猶之水也，水自高趨下，自山趨谷，空氣則自高氣壓以趨低氣壓。但因地球

自轉之故，在北半球之風往往轉向右方，已如上述。空氣既不能自高氣壓直達低氣壓，而斜向右方，於是乃成一旋流狀之系統。在高氣壓之四周，旋流之趨向與時計上分針所行之方向相等，低氣壓之四周，旋流之方向，與時計上分針所行之方向適相反。各種天氣之變遷，風雲晴雨之遞嬗，莫不由於此兩種旋流系統之作用。此等旋流系統之名稱，在每日氣象預告上業已司空見慣。低氣壓系統昔常稱爲「旋風」(cyclone)，近則簡稱之曰「低」(low)，或「風暴」(depression)。高氣壓系統則名爲「反旋風」(anti-cyclone)，或簡稱曰「高」(high)。反旋風爲尋常良好之天氣，旋風來時，則天氣惡劣，而暴風雨隨之。

大多數旋風或風暴之生成，及其發達，常限於一定區域之內。此區域卽自美洲五大湖起，經大西洋，而達歐洲西北部。旋風之數，在冬季較夏季爲多，蓋時當冬季，則加拿大中部奇寒，但同時歐洲西北部之腦威，因墨西哥灣洋流 (Gulf stream drift) 之作用，及來自海洋溫暖之西南風，使其溫度極爲和暖。是故北美聖勞靈司灣 (St. Lawrence) 雖在腦威之南約一千英里，但其溫度反較腦威沿海 法倫氏二十五度也。此外發源於拔芬灣 (Baffin Bay) 沿萊白萊陀 (Labrador) 海濱一帶之寒流，及來自格林蘭 (Greenland) 冰原上之寒風，皆足以使附近區域內之溫度狀況，

杌隉不定，而易於生成風暴。北美洲所成之風暴，大多數移向東北，而往格林蘭。英國之風暴則多取源於大西洋中，抵大不列顛諸島而後，或則繞道向東北往腦威，或則橫亙島國，而至波羅的克海 (Baltic Sea)。

試進而述風暴行經英倫諸島時天氣變更之情形。設風暴未來以前，數日之間，惠風和暢，天無片雲，全國氣壓均高。一日，晨起，愛爾蘭島上西部測候所中之觀測者，忽遙見西方天際發現馬尾雲 (mare's tail) 或卷雲 (cirrus)。卷雲離地之高，約可五英里，初在天邊，漸漸移近而達天頂。此等卷雲，由疎而變密，遂成爲層狀之白幕，太陽映照此雲而過，則成爲「暈」 (halo)。同時風轉向而爲南風，氣壓乃始下降，初甚徐而後漸急。此時天空陰雲密布，作鉛灰色，日球尙隱約可見，惟光芒遠減耳。此等滿布天空之陰雲，名爲「高層雲」 (alto stratus)，其高實不過初時卷雲之一半，雲之低降，足以知空氣中水氣凝聚之漸加多也。未幾，而氣壓之下降愈速，



大西洋中風暴進行路徑圖

圖中繪有橫線之區域，爲風暴通行之地。繪有斜方塊之區域，則爲各種風暴匯集之中心點。至於有人字之黑線，則爲風暴所取之途徑。圖中海洋作白色，大陸繪有黑點。B爲英國，F法國，S西班牙，G格林蘭，C加拿大，N. A. 則北美洲也。

南風加競，而更低之『雨雲』(nimbus)亦於斯時發見，乃始降雨矣。嗣後風力愈猛，直成烈風(gale)或暴風(storm)風之速率每小時達四十英里以至七十英里，同時雨亦驟降。復經若干時而後，氣壓之下降漸緩，尋而完全終止，風力亦漸衰，自南風變爲東南風，俄頃又忽轉爲西風或西北風。此時氣壓乃開始上升，雨勢漸殺，旋即停止，西方乃復見青天。繼而西北風加緊，風力與初之南風不相上下，氣壓上升極驟，雲霧四散，而天日重見矣。雖間有繼以短時間之陣雨者，但未幾而天朗氣清矣。雨過而後，西北風之速率雖不亞於其初之南風，但溫度則遠遜矣。此何以故。依腦威著名氣象學家佩裘克泥(Bjerknes)之說，各種風暴均由於兩種空氣流來自不同之方向，互相接觸而生。氣流之一，來自南方，和暖而濡濕，因其橫渡大西洋而來也。一則來自北極方面，故寒冷而乾燥。二者相遇而後，和暖之空氣，因溫度較高，故較輕，爲北來之空氣所推逼而上升，挾其所含之水氣以與之俱。此和暖之空氣，被迫向上，升至高處，則氣壓低減，而溫度遂因之以下降，(其原因已於上節述及)一部分之水氣乃凝結爲雲霧，終且結而成雨。蓋冷空氣所能含之水氣，不及熱空氣之多也。

* 英人倍福(Beaufort)氏分風之強弱爲六種，依其強弱程度而列舉之如下：(1)微風，(2)和

風，(3) 疾風，(4) 烈風，(5) 暴風，(6) 颶風。

以上所述，爲風暴中心掠觀測者之北而過時之情形。若風暴中心，取道於觀測者之南，則溫度相差不致如上述之懸殊，且風向之更易，亦適相反，初爲東風，漸變爲北風，終轉而爲西北風。

*我國長江流域冬季風暴經過時情形，亦與所述者相類似，所不同者，尙有三點：(一) 風暴初來時，爲東南風，而非東風或南風，且風力甚弱；(二) 未幾即變爲東北風，且風力較猛，雨雪隨之；(三) 氣壓上升後，雨雪不即停止，往往氣壓初升時爲風雨最大之時。譯者識

英國西部海濱之多雨

英倫諸島之西部，均有山脈橫亘，足以梗阻西來之風，迫之使上升，而雲霧雨雪，因以成焉。英倫諸島西海岸之雨量，較東海岸之所以豐富者，一則因西岸山岳衆多，而一則自海洋吹來溫而且濕之西風，或西南風，均在此處登陸之故也。

九

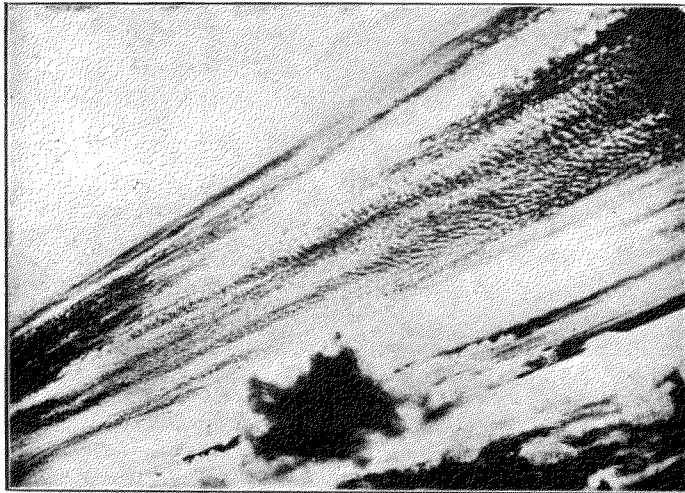
雲

由蒸發而入於空中之水氣，能凝結成雨固也，但此外尙能呈他種形態。各種雲

霧亦由於水氣凝結而成。蓋雲霧非他，乃集合無數極微渺之水點或冰針而成，其所以凝結爲水點或冰針者，莫不由於溫度低減，空氣中不復能包含原有水氣之故。歐西天空無雲影之時極少，舉目四望，每見有雲霧點綴於其間。雲雖變態萬端，奇形百出，但亦可依其狀態而分爲若干種類。有狀如鳥羽者，爲卷雲 (cirrus)，即普通所謂馬尾雲是也。能浮沉於空中，高約五英里。卷雲由冰針集合而成，因在五英里

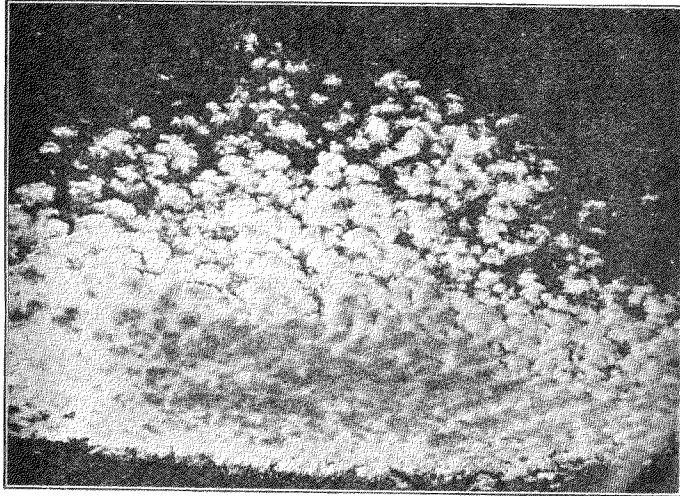


纖細如絲網之卷雲 (cirrus) 爲最高之雲。其平均高度適與世界最高之山愛佛拉斯 (Everest) 頂峯不相上下。



圖中卷層雲 (cirro-stratus) 之間夾以卷積雲 (cirro-cumulus)，其下部作黑色爲積雲，其高度乃在卷層雲與卷積雲三英里之下也。

之高度，溫度常在冰點以下也。各種豔麗之現象，時由於卷雲而成，如日月近旁環形之光華，所謂暈者，即其一種也。較卷雲略低，散布天空作斑點狀或魚鱗狀者，為



斑點若魚鱗之高積雲 (alto cumulus)



夕陽西下時層積雲 (stratus cumulus) 之狀態

圖中白色者為卷雲，遠高於黑色之層積雲。

卷積雲 (cir-

ro-cumulus) 及

高積雲 (alto

cumulus) 素

稱為雲中之

最美觀者。其

排列分布，整

齊可觀，實至

足驚異者也。

雲塊之大者，

列成廣而直

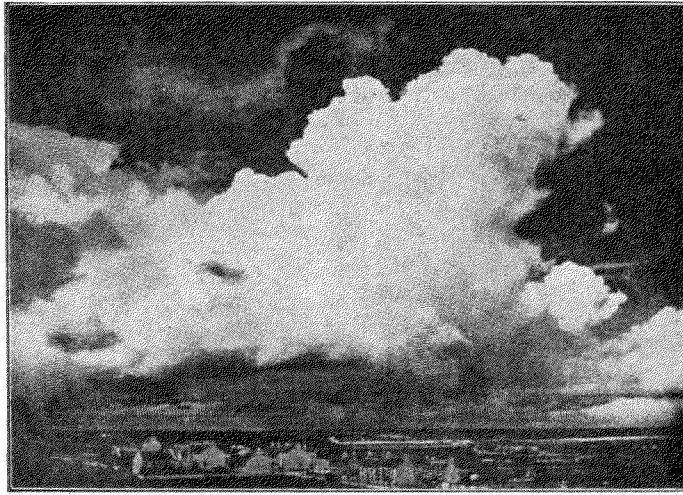
之平行帶。雲塊之小者，雜於白色大雲塊之間，作翱翔起伏之狀。此等雲常能於日月四周，現一周徑較暈為小之光華，色與虹相類，即所謂光環 (corona) 是也。此等

現象，惟於天氣晴朗時有之。或則淡灰色之雲滿布天空，是為高層雲 (alto stratus)。日月雖為所隱蔽，但猶能自雲中映照而出，特不甚明亮耳。馬尾雲之後，常繼以高層雲，而高層雲又往往為風暴之先驅，故足為將雨之朕兆也。

*按暈為卷層雲所成，非卷雲所成。譯者識

雷雨與冰雹

較高層雲更低，拔海面不過一英里之高，有渾厚圓形之雲塊，是為積雲 (cumulus)，即夏季所常見，散布天空狀若羊毛之雲塊也。雲塊之中部為灰黑色，而邊端則為銀白色。積雲由於地面空氣因受熱而上升，至高處溫度下降，水氣凝結而成。雨雲 (nimbus) 則為深灰色之雲塊，其邊際殘破



積雨雲，係濃厚之雨雲，狀類積雲 (cumulus nimbus)。

不齊，雨雪即由此而下降。至於高大無倫之積雨雲 (cumulo-nimbus) 或雷雨雲 (thunder cloud) 常能發育極速，自頂及踵往往達三英里之厚。積雨雲實為極濃厚之雨

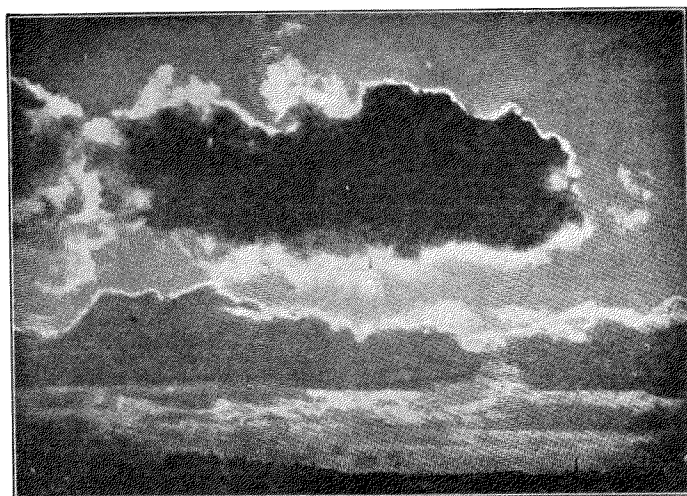
雲，特其外表則宛若積雲。積雨雲雖易於生成，但亦易於消散，爲夏季雷雨時冰雹雨水之源，是以積雨雲常足爲雷電之先兆。電閃者爲積留於雲中雨點上電氣之放射，放射時所發生之影響，觸於吾人耳鼓時，卽成雷聲矣。但光之速率，其迅速幾乎百萬倍於聲浪之傳播，故電光雷聲，雖同時發生，但吾人必先見電閃而後聞雷聲。電閃之放射，或在雲與雲之間，或在雲與地球之間。

除上所述者而外，尚有各種雲類，爲世界各處所常見，但本書以限於篇幅，不能贅述。至於雲之來蹤去跡，種種變態，往往有令人百思而不得其解者，亦可得而言也。

*高懸於火山頂上偉大之雲塊（卽亨波爾

特氏之火山雲 Humboldt's volcanic cloud）時發

光輝四射之電，當其向地面下降也，由山坡飛滾而下，迅速無倫，其速率之大，迥非地心吸力或風力所能爲功。其下焉，視若受有一種魔力，大抵爲極高之電流



普通積雲(cumulus)中部深黑色而邊端則銀白色

作用云。卽尋常一般雲類之移行流動，亦莫不受有電流之影響也無疑，特影響至如何程度，則殊難斷定耳。此外最高之雲，卽卷雲，狀若微茫之絲，其組織往往錯雜紛紜，頭緒千萬，亦非僅風所能爲力。卽卷雲之動作變遷，亦殊費思索。要而言之，與雲相關之各種問題，疑竇甚多，欲一一解決，祇能待諸異日，蓋科學家對於雲之研究，至近今方始發軔耳。

* 此段原文低下一格，大抵著者取材他書上以證明其說，但未註明來自何書。譯者識

雲之成因，亦不易明瞭，欲詳爲解析，則讀者必於熱力學 (thermodynamics) 一途，已具有根底而後可。蓋此問題亦頗複雜也。若僅欲靜心辨別雲之種類，察其變遷，併由雲之種類變遷，以預料未來之天氣，則人人能爲之。此種研究，不特極有興趣，且亦有應用之價值也。

霧之成因

當溫暖之空氣，吹渡寒冷之海洋而過時，則空氣之溫度，因之以低降，其中一部份之水氣，卽凝結爲霧。是故霧者非他，實爲近地面之雲也。山谷中因晚間發散熱量，而溫度下降，至翌晨亦能生霧或露，其成因實與上所述者同一理由也。至冬季

則水氣凝結之時，空氣溫度在冰點以下，故不降雨而降雪或霰，不垂露而結霜，若空中有濃霧著於樹上，即成爲冰，是爲霧凇*。

*按霧凇英文名 (silver thaw)。

雹之大者若剖而驗視之，則知其中之冰雪分爲若干層。此蓋由於雹之成焉，必有猛烈之空氣流，時上時下，忽降忽升，挾雹以與之俱。當其降也，則雹之外沾有雨水，及其升也，則水結爲冰，故雹升降若干次，其內部即結有冰若干層。

空氣中含有無數之微塵，翱翔上下於其間，因其極爲微渺，吾人初不知其存在也。推厥其源，則沙漠中之沙粒，海洋白沫氣化之鹽分，工廠中之烟灰，留星之餘燼，以及草木之花粉，在在皆足以增多其數，而使其分布於空中。設無此等微塵，則空中即不能有賞心悅目美麗之顏色。蔚藍之青天，將一變而爲黑色，而日月星辰，則將愈益明顯。蓋天之所以青者，實全賴微塵，微塵之小，直不可思議，而以上層空氣者爲尤甚。微塵能反射太陽光中之青色及藍色光線，使之廣布四方，而天因以作青色也。

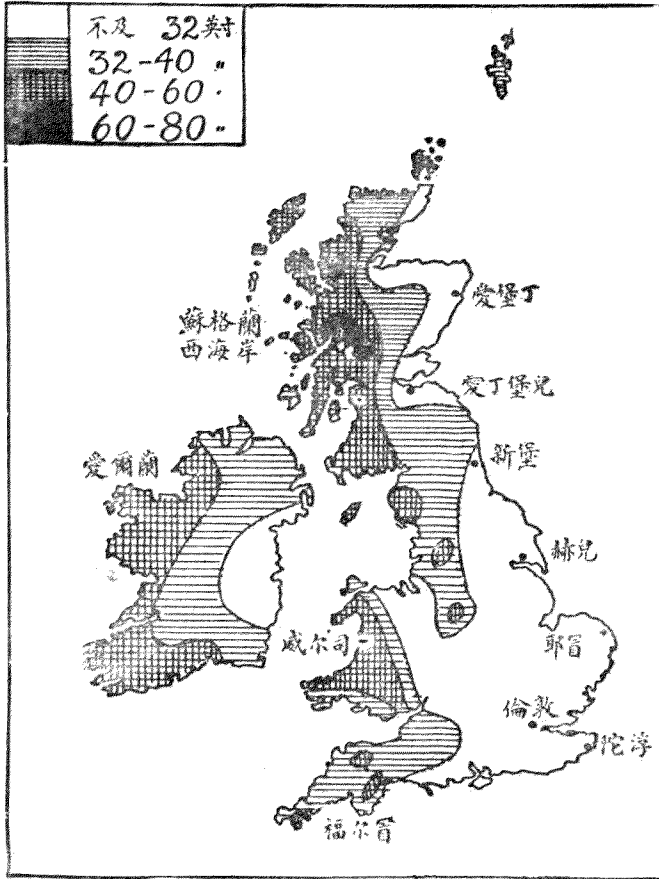
雲霞之顏色；極光 (Aurora)

清晨薄暮時之曙光，均由於太陽映照高層空氣中之微塵所以致之。日升日落時各種豔麗之色彩，亦均由於日光受分光 (diffraction) 及散光 (scattering of the light-rays) 作用而成。空中之微塵及水點，對於光線有選擇的能力。藍色青色光線，最易於爲微塵水點所反射，綠色光線次之，而以紅色黃色光線爲最難反射，此所以夕陽西下，或旭日東升時，日球常作紅色或黃色也。虹霓 (rainbow) 之色，由於日光經雨點受折光反射作用而成。蓋日光中含有各色之光波，雨點之作用與三角鏡 (prisms) 相類似，能使日光中各色光波分離而見其本色。

但雲霞虹霓之色彩，均不足以敵極光 (aurora) 之美豔奪目也。所謂極光者，於高緯度在冬季無月之晚時能見之。其光閃爍不定，其色或紅或黃或綠，或作玫瑰紫。極光離地高約五十英里，其內容性質，雖科學家尙未能十分明瞭，然大抵係日球傳來之負電子所成。當日中黑子 (sun-spot) 最盛時，極光亦獨多。依近今之調查，則知極光之多寡，日中黑子之大小與盛衰，以及磁性風暴 (magnetic storm) 之發現，有密切之關係，或者三者起於一源，亦未可知。昔人有信極光爲風暴之預兆者妄也。

十

定期的氣候變遷



英國每年平均雨量之分配

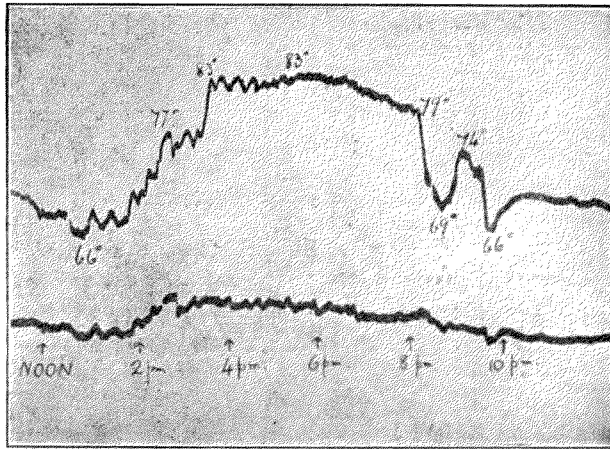
英倫諸島因西部多山，兼之西南風極為盛行，故西部雨量較東部為多。

等變遷，為數甚微，斷非常人不恃儀器之助者所能覺察也。

以英國而論，則一年中天氣之溫涼燥濕，全視乎風暴所循之途徑而定。如風暴

常聞人言，謂某處之雨量比前加多，或某處天氣較昔和暖，此均係無稽之談。依近時觀測，則知雨量溫度，雖在各處時有增減，視乎日中黑子之多寡為轉易，每十一年為一循環，自乾燥溫和之天氣，變為潮濕寒冷之天氣，復回為乾燥溫和之天氣。但此

所取之道較平時爲北，掠蘇格蘭 (Scotland) 之北而過，則英國天氣必且乾熱而少雲，因受大西洋中高氣壓之影響也。若風暴路線較平時爲南，則英國天氣即將寒冷而多雨矣。



溫度急促之變更

圖爲照相寒暑表(photo-thermograph)，於炎夏時下午所記錄。上部黑線爲乾寒暑表所記，下部黑線爲濕寒暑表所記，自下午一時至下午四時，乾寒暑表之溫度驟升 17°F.，下午八時以後，溫度之下降，亦同一迅速。同時濕寒暑表之溫度，無甚更變，由於水氣蒸發之結果。自下午四時至八時，二線相距甚遠，足以知當時空氣甚爲乾燥。

物極必返，於天氣亦然。苟一歲溫度過低，則翌年之溫度大抵必甚高。如英國在一九一一年之夏季，天氣酷熱異常，迨一九一二年之夏季，則極涼爽。一八七九年之十二月，歐洲寒冷逾恆，及翌年十二月，則天氣非常溫和。此兩月之溫度，在歐洲中部一帶相差至法倫氏二十度之多云。要而言之，則天氣之變遷，非爲濡緩而有定期的變遷，乃爲急促而無定期的變遷也。

關於天氣之歌謠 (Weather Lore)

有若干關於天氣之歌謠，爲吾人所習聞，此等歌謠，亦不能以其俚淺陳腐，而遂忽之，蓋常有至理存於其中焉。如風暴將來時，雲霞之變遷更迭，殊足恃以爲降雨之預兆。^{*}老於航海者，則所知之諺謠尤多，如云

風背日轉不足恃，頃刻將見去復回。

^{*}按我國歌謠中亦有以一定雲類爲天雨之預兆者，如管窺輯要云，雲勢若魚鱗（卷積雲）來朝風不輕，又雲氣如亂穰（卷雲）大雨將至等等。

則殊足以表示風暴將來時風轉向之形勢。此蓋得諸歷年之經驗，可以科學之理論解釋者也。又『朝隴於西，牧童其反』亦極近理。此歌謠之意，若謂晨起而下陣雨（shower）則將連綿終日。揆之近世科學上之觀念，實亦不誤，蓋陣雨由於上升之空氣流而成，而空氣非至中午以後，上升不力，若午前而有陣雨，則有背乎常，故往往能繼續降雨，至於下午或直達子夜也。

^{*}詩云『朝隴於西，崇朝其雨』實與科學理想不合。楚辭謂『虹霓紛其朝霞，夕淫淫而霖雨』則近似矣。

日月近旁之暈，大都足爲天將有風雨之兆。蓋暈由於卷層雲中之冰針反射及折光而成，而卷層雲則常見之於風暴之前也。但無風暴而成暈者，間亦有之。

有若干歌謠，在此處甚靈驗，而在他處則否者，如多山嶺之地，山巔上雲之聚散消長，足爲未來天氣之徵候，此則山嶺之地所特有者也。

朝霞不出門，暮霞行千里^{*}，亦爲普通之歌謠，但不甚足恃。蓋在各種情況之下，天邊均能有霞，非具有氣象學智識者，善爲研究其霞之所自來，則此說實不能應用也。

* 語見范成大詩中。

但歌謠中亦有若干，全屬齊東野人語，無研究之價值者。如云新月與天氣有關，則爲一般人所深信，但依研究調查之結果，則知全無根據。更可笑者，則有信聖司文生日 (St. Swithin's Day) 天氣惡劣，則以後六週每日均將有雨者。不知英國氣候，夏季乾旱，而秋季多雨，聖司文生日在季夏，適當乾旱二季之交也。

1 詩云，月離於畢，俾滂沱矣，亦與此相類。

2 司文生日爲七月十五號，此種迷信，我國亦極多。朝野僉載所謂春雨甲子，赤地千里，夏雨甲子，乘船入市等是也。

要而言之，則古來相傳之歌謠，實有研究之價值，謂余不信，試一覽德華君 (Mr. Richard Inwards) 所著天氣歌謠 (Weather Lore) 一書，則讀者亦當首肯矣。

參考書

Clarke, G. A., *Clouds*.

Geddes, A. E. M., *Meteorology, an Introductory Treatise*.

Lempfert, R. G. K., *Meteorology and Weather Science*.

McAdie, A., *Principles of Aerography*.¹

Milham, W. I., *Meteorology*.¹

Moore, W. L., *Descriptive Meteorology*.¹

Pick, W. H., *Short Course in Elementary Meteorology*.

Salter, M. de C., *Rainfall of the British Isles*.

Shaw, W. N., *Forecasting Weather*.

¹ All these books are American.

第二十四篇 海洋學

國立東南大學地質學教授 美國意大利諾大學地質科學士 徐韋曼譯

海之成因

地球歷史中，有一時期，並無海洋。因此幼稚地球之表面熱度過高，不容水分存積於盆地。且當時實無盆地之可言，蓋幼稚地球之表面，無論何處，皆無皺褶，而平坦如餅也。故若彼時地球果為一致之圓球體，（在任何一點觀之似乎平坦，）則決不能有海洋。且熱度過高，水分必蒸發成汽，不得凝結為水，故海洋亦不能成。此外尚有一種要素在焉，惟此要素須加詳論，非本篇所能及。簡言之，即逐漸發育之地球，體積初時甚小，即障其周圍之氣體（即大氣 *atmosphere*），亦不能保持。故環之之液體（即水界 *hydrosphere*），尤難存留也。迨及地球之直徑，漸次增加，始有大氣——與今日之大氣不同，氧分甚微，吾人現在空氣中之有氧，大抵皆含葉綠素植物作用之功。及地球長至極限，漸冷而漸縮，石質之外殼以成（即石界 *litho-sphere*），當其初凝時，騰沸漂蕩，經久始定。或因騰沸之結果，物質之輕者，上升而成

『大陸』其重者，下沉而爲海床。而大洋盆地之成，或因在某一面積，受此重質之壓，復加後來水量之重，幅員日見擴大也。海底之一部，有時上托而成陸，陸地之一部，有時下降而成海底；但地質學家意見之趨向，咸信現時海陸所據之地位，與初成時，大抵相同。對此問題，各家意見紛歧；或云大陸出現之前，地球全面，一概爲海洋云。

然則所有之水，何自來乎？地質學答之曰：『來自地球之本體。』吾人觀地上沸泉，或火山噴出之汽雲，即可溯得海水之起源。以意度之，在寒武利亞紀（Cambrian period）以前，地面已存現在海水容量四分之一或二，其餘則爲後來所加者。——由地球本體壓出，宇宙萬象之更迭，恆賴水流循環之不息。海水蒸發以成霧，霧升而成雲，雲騰至高冷之山，或入空氣之冷層，則爲雨雪。雨雪下降，注集於泉源，泉源集爲溪澗，溪澗匯爲江河，而仍注入海。成此循環之動力，厥惟太陽，設無太陽，則雨水河流，均無以成矣。

海水何以帶鹹味耶？

平均計算，海水每百磅中含鹹味物質三磅半。此物質之大部，來自乾燥陸地之

巖石，受雨水浸潤，融化於水，而流入海；換言之，即大陸常向海中流行也。海洋之底，有時上升，如獨浮（Dover）之堊質石巖等。此種變遷，可謂海中物質上升以償陸地之所失。此種桑榆之收，現在進行者，亦復不少；尤以珊瑚島爲最著。珊瑚島之成，常據海中火山之兩肩，前已論及，茲不復贅。所有珊瑚巖石，皆碳酸鈣所組成。其成島也，半係漸次上升，半由堆積以出海面；而碳酸鈣之成，乃由珊瑚蟲及其附生之動物，吸收海水中之鈣質鹽類而成。總括海底上升之陸地，與大陸所失及淡水所棄者相比較，爲量至微也。

江湖水中所含已融化之鹽類，及其他固體物質，與海水相同；惟海中所含者，多於江湖幾二百倍，故有『淡水』水『鹽』水之分。海水中鹽類之成分，食鹽（綠化鈉）占百分之七七·七，綠化鎂占百分之一〇·八，硫酸鎂鈣鉀之成分，與綠化鎂相等；其餘千分之七，則爲碳酸鈣，碳酸鎂，碘化鎂，及少許之其他鹽類。海水中碳酸鈣量之少，不得不使吾人驚訝而懷疑者。海中動物之有石灰質外殼者，不可勝計，而海中僅融有碳酸鈣千分之三，然則組成彼外殼之碳酸鈣，何由來耶？此則不可不加以解釋者。蓋組成外殼之碳酸鈣，乃取自硫酸鈣，其量較多（百分之三·六），受動物纖微之化學作用變化而成也。海水中之硅質，少於江河，又何故耶？因被硅

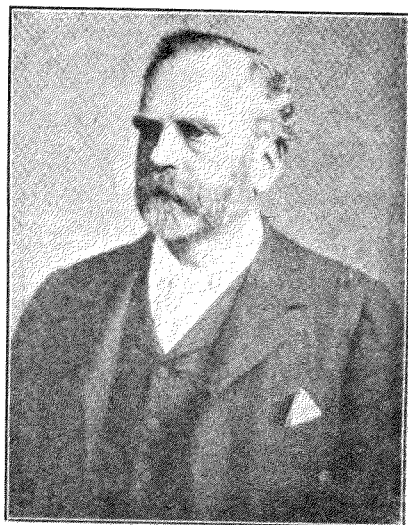
質海綿攪去，以構其硅質骨骼，而一部則為飄流海面之一種微細植物名硅藻者 (diatom) 所用。

每海水百磅，含鹽類三磅半，此乃海水之平均鹽度。海面各部之鹽度，並不相同；蒸發力强盛之區，鹽度必增（如紅海），而雨量豐饒或雨多風少之區，則鹽度必減。故海水之鹽度，與氣候有關係者也。

海水鹽類之成分，與陸地動物血液中者相比較，至饒興趣，因兩者常相附合。如將海水中之鈉，鎂，鈣，鉀，氯，各質之百分數，與血漿相較，其數為鈉三〇·五及三九，鎂三·七九及〇·四，鈣一·二及一·〇，鉀一·一一及二·七，氯為五五·二七及四五·〇之比。其成分之相似，甚為顯著，尤以鉀鈣與鈉之比例為最。故默可冷及昆頓 (Macallum and Quinlon) 二氏意謂，在寒武利亞紀海生動物之原生質，與海水之組織相平衡。故裴利士爵士 (Sir William Bayliss) 之說，謂『若取海中有週流循環系之脊椎動物，移置陸地，則其血液中之鹽類成分，與其所脫離之海水相同。』至於現在兩者之不同，蓋自寒武利亞紀而後，海水成分，曾經變遷之一說，或可解釋之。吾人血液之成分，則為遺跡之僅存者矣。

海之深度

全地球面積約爲一萬九千七百萬方英里，大洋湖海，則占此中百分之七十一（卽一萬四千萬方英里）。由陸居者之觀察，海洋之面，平光如鏡，實則至爲差異。非但海底具深淺之別，卽海面亦凹凸不平。其理由固甚複雜，最顯著者，莫如受大陸吸力之吸引，致使海水沿岸而堆疊。例如中印度洋之水面，因其沿邊受希馬拉



故約翰慕芮爵士
(The late Sir John Murray)

爵士乃車倫局(Challenger)船中博物學家之一，繼爲車倫局報告之編輯。人極活潑，而具研究科學之天性，好學不倦，並能制勝種種困難，亦海洋學家砥柱之一也。爵士曾發見聖誕島(Christmas Island)之礦產，並熱心於科學事業，如建設米卑脫海站(Millport Marine Station)。爵士亦研究深海沈澱物之重要人物，所著之海洋學(Oceanography)及海之深淵(與恤脫 Hjort 同著)，均當世傑作也。

雅山之吸引，故中央較低也。

地球上可航行之區域，其已測量者，不下數千處，吾人知其平均深度，約二英里半。深度在千尋以下者，不過占全數百分之十

六；在二千至三千尋間者，占全域之半。慕芮爵士(Sir Murray)以『深淵』(deeps)名深於三千尋之水槽穴窟，盆地，及溝渠等。故在太平洋西北者，有『車倫局深淵』(Challenger Deep)（五千二百六十九尋）及敏達內何(Mindanao)附近之『史惠亞深淵』(Swire Deep)（五千三百四十八尋）。慕芮爵士描寫此駭人聽聞之深淵

——六英里，又四百英尺——謂：「若能將世界已知最高之山，（希馬拉雅山之哀否勒斯脫峯，(Mount Everest) 高二萬九千零二英尺，）置於太平洋中此項深淵內，則其山巔，可被淹沒，沉淪於三千零八十七英尺之下。」自哀否勒斯脫峯之巔，至史惠亞深淵之底，其垂直距離，為六萬一千零九十一英尺，即十一英里半。此實為地殼不齊整之極限矣。

一

海之溫度

二百五十尋之下，熱線已失，故大部分海水之溫度甚低，即在熱帶地方，上層之溫水，亦至薄也，惟海面之水，有天然調和能力。若溫度增加，則蒸發迅速，以遏制其驟長；若溫度下降，則有一層蒸氣，以護水面，防其驟落。故每一海洋，除表面一層外，溫度甚為一律。惟異地之水，則迥然不同矣。慕芮及米爾 (Murray and Mill) 二氏謂：



孟納科公爵阿爾波脫 (Albert, Prince of Monaco)

爵士生於一千八百四十八年為老練之海洋學家，曾主海洋考察隊多次，其結果皆載於極大之彙報。渠于巴黎設一海洋學會，而建美觀之博物館一，及實驗室一於孟納科。對於海洋科學，功績甚偉。

「在任何一處，海水在五十尋以上者，每年溫度之變遷，大約爲華氏表二度；在百尋以下者，毫無週年變遷之確證也。」

照慕芮爵士之計算，凡海洋之深度，在五百尋以下者，其平均溫度，當在華氏表四十度以下，如此者，實占海洋全部百分之八十七。然在最深處，其溫度當更低，幾與淡水之冰點（華氏表三十二度）相去無幾，可謂永久冬季疆域。『熱帶海底所撈之軟泥，甚爲寒冷，吾人握之，頗覺不適。』此溫度之低冷，大抵由南冰洋之冰水潛來所致云。

海之壓力

取木一塊，附以重物，沈之海底，再行拽出，則此木不復能浮，蓋木中所有微細罅隙，均被海水所浸入而充滿之矣。由此浸透而重之木塊，吾人可以深信海壓力之大。照計算所得，在二千五百尋處，每一方英寸所受之壓力，等於二噸半，可爲巨矣。然脆弱骨格如金星花籃 (Venus's Flower-basket) (見卷一第三篇第十五頁下圖) 能巍立於深海之底。且其環週之動物，有曾居陸上者，介殼亦至纖細，而不受此項壓力之影響，其理何在？此種矛盾處，又何以解釋之耶？

壓力乃水重所致，水亦受壓而自擠其分子，使之密緻。若用一開口之玻璃器皿，漸沉海中，水立即充入。因其內外壓力相均衡，故無影響。更將一瓶，盛水幾滿，塞以軟木，沉之深海。其結果，非軟木被擠入瓶，即瓶碎爲齏粉。

所謂「表康能試驗」(Buchanan's experiment)者，可用以啓發吾人之智識。此試驗之由來，乃因當車倫局船探海時，(一千八百七十三年)將寒暑表二座，放入海中，至三千八百七十三尋，因受壓力過大之故，兩表均碎崩。於是船中之物理家表康能氏(J. V. Buchanan)用一玻璃管，密封兩端，裹之以布，更置於一圓柱形之銅盒內，再將銅盒兩端，各鑽一孔，以便水之貫入。將此盒放入海中，至三千尋，然後拽起，則銅盒內有玻璃管之部，表面凹凸如錘擊，而玻璃管則變成類似白雪之物一包，裹於布內，蓋玻璃全壓成粉矣。

慕芮爵士目擊此試驗，其說明如下：

「當封密之玻璃管下沉時，似乎一時尙能抵禦壓力，率以壓力過重，不能久持，以致驟然破裂。又因動作太猛，遂成齏粉。此種崩潰，甚爲疾速而完全，故海水不及由銅盒兩端之孔衝入，以充滿玻璃管破後之空所，致使銅盒外牆內陷，以成內外之均勢也。因此種變化，適與爆裂 (explosion) 相反，故名之曰「壓裂」

(implosion)』

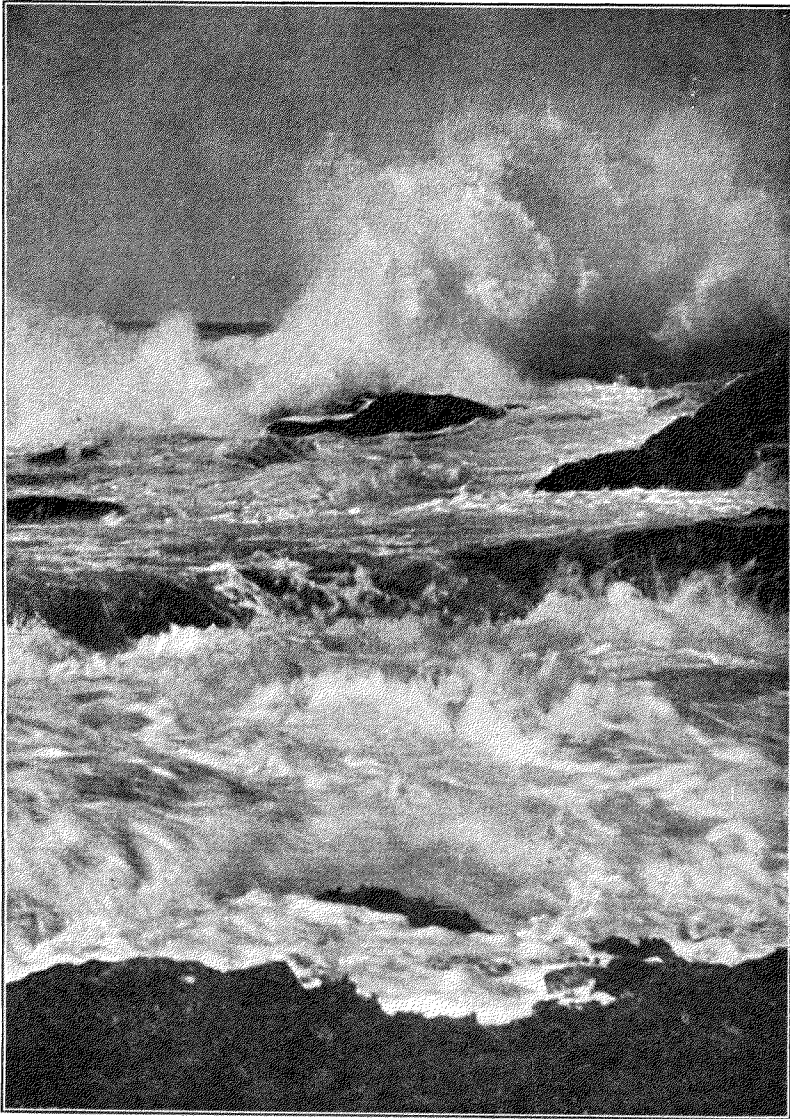
無論何體，沉之深海，有罅隙者，立即爲水分所充滿。有罅隙而水不能直達者，如不透水之部，則被壓裂，而形體亦因之而改變。至航海者普通所信，謂人身及船隻之下沉，『至一定之水平，』即漂懸不沉，實無左證。蓋無論何物，均下沉至底也。深海魚類，有時追攫食物出其常界。因外界壓力之遞減，魚鰾因之而漸漲，魚之比重，亦大爲減小。此時魚雖畢盡全身之力，奮力下潛，徒見『向下輾轉，』瞬息即斃，蓋因各器官之過於擴大也。此之謂爆裂。

二

海之流動

海水之爲物也，流動永無寧息。雖無風吹拂，亦常有『微波』(wave)，因水之彈性頗強，能使暴風所成之波濤，鼓盪悠遠，一如銅鑼受震，聲波悠悠不息也。潮汐前已論及矣，其成也，乃受日月吸力之吸引。有時二者協策操作，有時背道而馳。吾人所習見潮汐之長落，於每二十四小時五十分鐘內，必各現二次，實爲世界二大潮汐波浪之海岸現象。此種波浪互相追隨，環行地球，漾漾不息。赤道潮汐波浪，若途

中無障礙，則每一小時，可行一千英里。惟此非海水行動之速度，乃波濤起伏，顫動

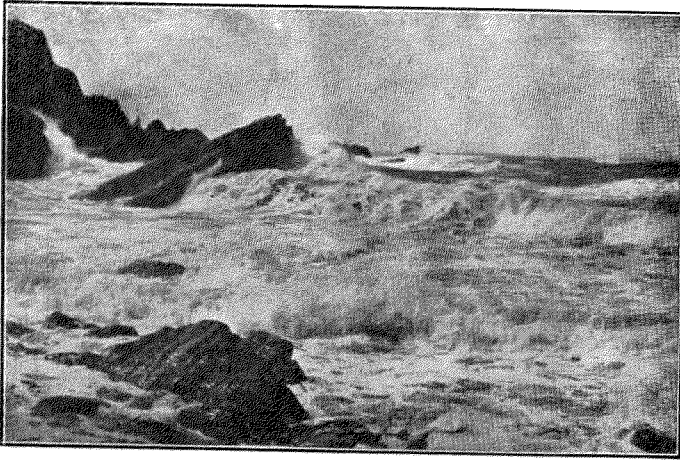


西雷島之林爾港 (Hell Bay, Scilly Isles)

海濤波濤濺花之美麗，無與倫比；而所含之科學意味，亦甚深。風擊水面，使一部分下陷，而其隣近一部，則被擡起，惟重力常使之復成平面，故其結果，則成波浪起伏，連續不止。如在淺處，下部與海底相抵觸，故進行遲緩，而其上部，向前顛覆，以成泡沫。有時風吹浪頂，成爲旋波。諸如此類，種種現象，眩迷複雜，非數言可以說明者。（參觀可尼虛博士所著之波浪）

之速度也。『飄盪分子，爲風吹拂，恆成波浪，移動至速，人即馳奔，亦莫能及。但其行

雖速，其根本固未動，所滾滾者，不過水之分子來往顛蕩耳。深海之水，及其微波亦然。】（慕芮及西門子 Maury and Simonds）潮汐之波動，及所常見之漲落，與潮流不同。後者生於海濱，其行最速，（每小時自六英里至十一英里，）故有名之以『競濤』



益爾法拉孔地方之克不斯東山 (At Capstone Hill, Ilfracombe)

沈寂之日，潮汐似乎追波逐浪而來；然其所動，實僅波浪形體，各自之本體，僅升降而已。如入近岸之淺水，潮汐激浪可轉為流，下部與海底相抵觸而延遲，上部則衝成波煙，微風常拂去波頂。如恒風所吹，常使海水一層，滑過浪前。海水除此地平流動外，尚有垂直流動。

(page) 者。

若封塞一海，僅通小口，或圍以島隄，則彼影響寰宇之潮汐，亦不能影響及之。即其漲落，亦不可覺，無潮之地中海，即其例也。有時海岸形狀，能使潮流滂渤，造成奇觀。若封塞港 (Bay of Fundy) 之潮，可升至七十英尺，不列顛海峽 (Bristol Channel) 之潮，四十尺是也。當潮水之衝入河道，鼓盪而前，成一危險之高潮 ("Bore" or "eagre") 白沫水牆，有時壁立十尺以上。

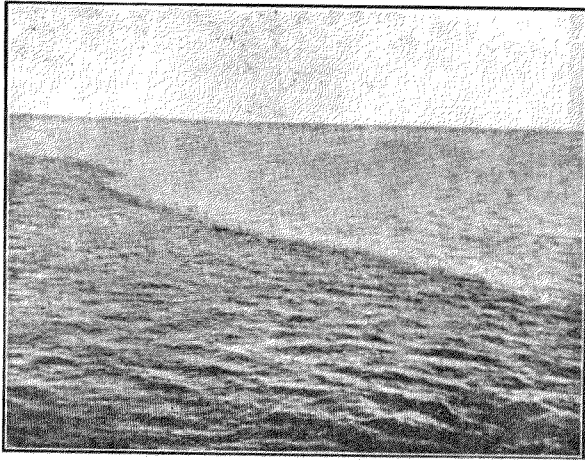
與許多海濱動物之體質有關。此事殊為重要，因多數動物之始祖，似皆經過海濱

生活者然。歷代潮汐反復進退之影響，非僅及海濱動物，有時竟及後來變爲深海之動物。在魯史可夫地方 (Roscoff)，潮汐退落時，常有一種小綠蟲名旋蟲 (Convolvata) 者，居於平坦之海灘上，及潮滿，則蟄藏沙中。若將此蟲移至試驗室，置之高瓶內，半裝以沙，半充以水，則此小蟲，初時尙依外面潮汐之漲落，而上下移動，故潮汐之進退，成爲生物之進退矣。

當潮流前行之時，若遇一石島，則分二股，當其復合，有時成一旋渦，——一巨大怒濤之洄漩。其例之最佳者，爲久若海峽 (Sound of Jura) 之高利力金 (Corrieviekin) 是地也，有二急流，一自北來，一自西來，相遇於一巨石。石成稜錐形，陡立水中，自一百尋至離海面十五尺，使二流成一真正之洄漩流動，一如河流之水，遇石而分，而於石之前端，成一小旋渦也。吾人咸以旋渦爲危物，殊爲失實。彼麥新納海峽 (Straits of Messina) 中之查利的史 (Charybdis)，每日必吸入海水，并吞滅海上航行物三次，此非旋渦，乃『陷海』也，“chopping sea”。蓋潮流水急，每當漲落，必易其方向，而海風適斜搗之所致。此實危險，然非旋渦也。他如陸福登諸島 (Lofoden Islands) 間之美而史壯 (Maelstrom)，亦甚著名。此乃競濤，而非洄漩，平常且可航行者也。

海水之循環

地球上海流循環之重要，猶人體血液之循環也。海水之循環，乃直接或間接受



灣流與他水之界限分清

由上圖可見灣流與較冷海水之界綫。灣流起自墨西哥海灣，經福樂利大海峽，成一極強之熱水河，寬五十英里，每小時能流五英里。在赫透拉斯角附近(Cape Hatteras)，流轉向東，直跨大西洋而過，散分數支，向北流行，以至美國及那威海岸。主幹則向南流，在肯那利史(Canaries)附近，與北赤道潮流相會合。此北赤道潮流，乃由非洲海岸吹來之貿易風所致。

向旋轉，而南大西洋之動向，適與相反。『北大西洋旋轉之中心，有一部分，渚停不動，成利格蘇海(Sargasso Sea)』海面沉寂多藻，面積有數千方英里之大，遠處海

太陽之影響，致有溫度密度及風向種種之變遷。此種問題，詳究非易，今姑簡分爲二。一爲水量體積之『垂直』流動，其行遲緩；一爲表面水層之『水平』漂浮流動，其行較速。吾人常談之墨西哥灣流 (Gulf Stream)，乃洋流 (oceanic current) 中之主要者。米爾博士 (Dr. H. R. Mill) 則謂『此種洋流，似乎獨立，成一己之現象，實僅表面循環大系統中之一部耳。北大西洋之水，向時計針

岸所衝刷之海藻，恆漂泊至此，不復他遷。其位置亦不甚更易，今日之位置，與當哥倫布初次赴美洲時所遇之地位，初未變更。此外尚有同樣之不動區域四，而利格蘇海，其最大者也。

海中之暴風

海中暴風，言之使人驚心動魄，米爾博士云：

『水面之一部，受斜來風向之迫壓，因以低陷，而其鄰近之水，則成水脊，是謂波濤。波濤進行之形式，有如滾棒一排，導風馳騁。然亦僅此形式向前漾動，至波頂之水分子，向前移動，固甚疾速，而波槽則背向而行，其進退距離，適相抵消。故此如滾棒之波濤，僅舉落其上之船舶也。』

當波濤『行至』淺處，其下部與海底接觸，因而阻滯，而其上部，則彎穹若燧石山洞，然後衝散，以成浪花。此項浪花，具有巨大之侵蝕能力，——炸裂巨石，力擲使碎，或夾沙礫爲武器，以劈擊懸崖。米爾博士云，兩波頂間之距離，最遠者爲四分之一英里，而高度恆不逾五十英尺。然西雷諸島 (Isles of Scilly) 中之一，上有燈塔，塔中有鐘，爲百尺高之巨濤所襲奪，此則鮮有者矣。最大之波濤，影響亦極淺，大抵在

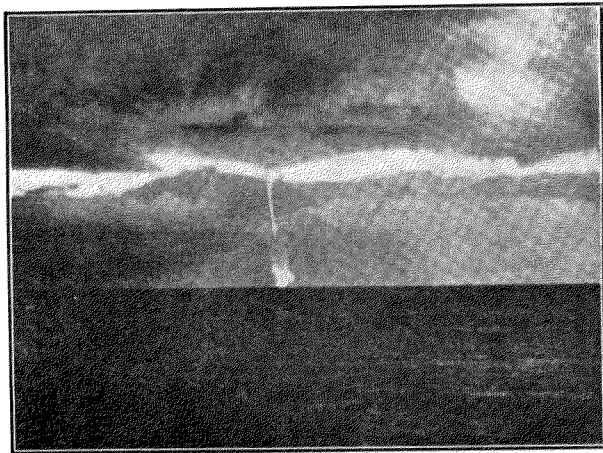
百尋以下，即不可覺矣。

水面之薄層，受風吹拂，能成種種波濤。地震及火山噴發，亦常與波作浪。有時兩風異向而來，遇於一處，則成旋風，旋風乃空中之洄漩也。海上之旋風，能致『水柱』(water spout)。水柱者，乃雲氣圓柱，起於海面，直與天吻，盤軸而轉，其中心之壓力甚低，而移動於大海水面者也。柱底之水，受激最烈，一如騰沸，但其所被吸起者，不過波浪上部之水被風引高耳。

四

海底

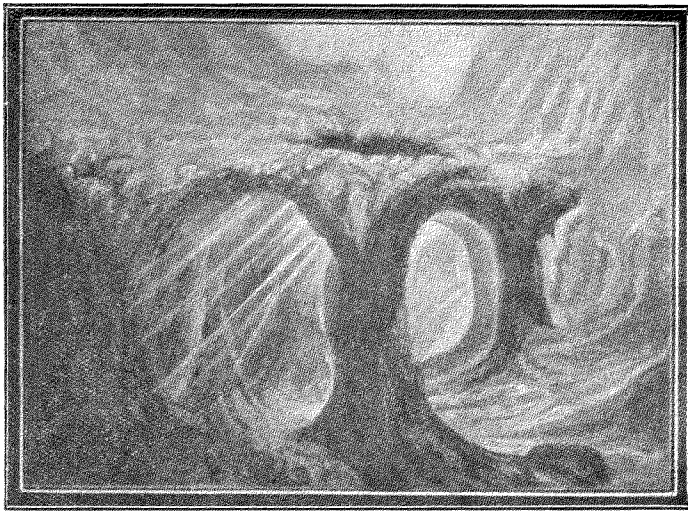
詳測地球之形狀，可分之爲三大區域。第一，『大陸區域』(continental area)包括(甲)隆起之平原，其平均高度，約高出海面二千二百五十尺。(乙)大陸島嶼(continental islands)周圍之淺水沙洲，此種島嶼，乃由陸地分出，與大洋島嶼(oce-



水柱 (A water spout)

如海上有旋風，『水柱』立成，一水柱者，乃一迴旋之雲柱，起自海面，上與天接，向前行動，如陸上之旋風然。在此空氣旋渦之底，海水猛被搗攪如沸騰，而浪花有時成一實質之雲積。水柱行至陸上，成成暴雨。

anic islands) 不同。蓋大洋島嶼，乃海底火山所成，而可爲珊瑚礁之基礎者。（見卷四地球之構成及岩石之由來篇中）



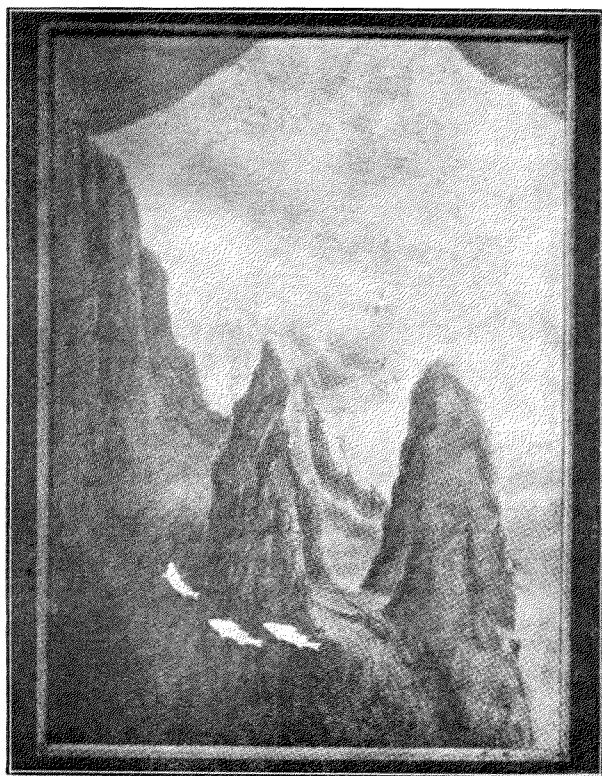
海底風景——海床上之玄武岩 (Basalt) 燧道

第二爲大陸斜坡 (continental slope) 自淺水沙洲，直至海底，約占全球六分之一。

第三爲深海區域 (abyssal area)，即深海之底，爲一大平原，面積約一萬萬方英里。此區域之形態，至爲一律，沙丘起伏而已。間有海底火山，向上隆升，有時竟出海面；或間有水槽及盆地，即前所言之深淵也。

現世之科學家，咸信海洋底下之地殼（或石界），『爲斷層裂縫等所劃分，一如大陸。沿此斷層裂縫等處，火山可以活動，氣體亦能發出，而重大成塊之熔化物質，亦由此流出。』（慕芮）陸上地殼，經採礦及打鑽，竟達地下數千尺，故地質學家，頗知地下所蘊藏者爲何物。至於深海地殼，雖經撈網，究不能穿透沉澱，故其淹沒之地殼，祇可推測，而

無從觀察矣。若以海洋火山噴出之物質，與大陸火山噴出之物質相比較，或可略得其端緒。蓋前者，似乎質重而帶鹽基性，而後者，質輕而帶酸性也。（參觀地球之



風景畫家之新世界——在海底——乃藝術家丕且德 (Pritchard) 君所開放，此圖乃丕君衣潛水衣在海底所繪者。

此圖表示海底噴石，乃水下十六尺處之海中“風景”。

構成及岩石之由來，故大陸地殼，有上升之趨勢，而深海地殼，有下沉之趨向也。

深海沈澱物

在海濱之淺水區域內，及大陸斜坡之上部，其底部之沉澱物，至為複雜。視海岸之岩石，河流沖積之物質，及海上動植物種種性質之不同，各處之沉澱以異。故有塊礫砂泥及有機物質等之別。

在深海之底，則彙集有細粒軟泥，大都為海面微細生物之灰質或矽質遺物下

沉所組成。故拘球蟲軟泥 (Globigerina ooze) 乃一種生於海面之有孔蟲 (Foraminifera) 所積成。其甲殼之小類如針端，而其所積成之沉澱物，可與疇昔之堊質沉澱



深海沈澱：微細動物之外殼，死於海面，而下沈至海底之軟泥中

1. 純粹堊質軟泥，乃生於海面之小動物外殼，有孔蟲下沉所成。
2. 混雜軟泥，中含各種動物之外殼，及外殼之碎片。
3. 純粹放射蟲軟泥，——溫度之變化等，能殺此種海面生活之細小動物，而其火石質之外殼，沈至海底成此軟泥。此殼內部之肉，乃深淵動物之食料。

相比。抱球蟲軟泥，常呈淡灰色，有時中夾鐵質，則轉為紅，如為錳質所染，則現褐色。此種軟泥所覆之地甚廣，在平均深度一萬二千英尺處，則覆有四千七百七十五萬二千方英里。他處則有『翼螺』(winged snails) 翼足類 (Pteropods) 或矽質放射蟲 (Radiolarians) 或矽質硅藻——均生於海面，死後下沉者，——種種生物甲殼所成之軟泥。故軟泥之種類殊異。與此等生物遺體相混合者，則有火山灰燼之粉末及隕鐵，或來自海面，或海底本有者。有時竟有陸地之岩石，遷運至此，已成細末，皆沉澱海底。

地球上陸地全部之面積相等) 之大面積者，為『紅泥』(Red clay) 紅泥堆積極為遲緩，皆不能融化之渣滓，及海中灰土最後之形狀也。陸上水成岩石，能追溯其

爲古時輒泥者，惟白堊是。然尙未見有與「紅泥」相當者，其理由何在，今尙不明。

五

海中生物

海中生物之數，或超過其餘世界所有生物之總數。斯賓塞氏 (Spenser) 嘗論海生種族之繁殖云，「其所產之種族，實超過陸生者遠甚，」非謬語也。海中動物之狀況，於環境之適應篇中，已詳論及，今僅略述其組織而已。太陽光線，可射透海水至五百尋爲止，而光化線 (actinic ray) 所及之處，則較深。所以受太陽影響之區域，範圍甚廣，此之謂生產區域，卽一海中生物之漂泊場所也。此場所中所有之物，在淺處固以有機質碎屑爲重要，——此等有機質碎屑，大抵潰裂於海濱巨大之葉藻，或由江河沖積於此，——然大洋中，則以極微之綠藻爲更顯著。由綠藻之光性化合作用 (photo synthesis)，能利用空氣及海水中之原料，構成複雜之炭化物質。此種綠藻，常爲小動物之食料，照前所論，自硅藻至鯖魚，其間吞食變化之程序頗長也。海中含綠葉素生物，能養化海水之表面，使合宜於普通動物如甲殼類及魚類等所居住。除有機物質及硅藻外，海中常有瀕死之小動物及塵灰，由海面下降，

以至於深海，一如連綿大雨也。

彼繁盛之各種細微生物，常能連接成一營養鏈環，最足使人注意。厚特曼爵士 (Sir. William A. Herdman) 云：

『下之數點，吾人應當記載。白蘭脫氏 (Brandt) 於每滴起爾海灣 (Kiel Bay) 之水中，獲得硅藻二百個。又據恨生氏 (Hensen) 之計算，在歐洲北海或波羅的海中，每一平方米達，硅藻之數，竟達數億。而每一立方英寸之波羅的海水，約有槳足類 (copepod) 動物一個（一種細小之甲殼動物），而青魚每年所消耗之槳足動物，約爲一千兆。波羅的海之某漁場每十六方英里中，所有之槳足類動物，足供五億三千萬尾六十格蘭重青魚之食料云。故斯賓塞氏云，「其生育之繁茂，數目之浩大，及種族之衆多，無與倫比。」可謂洽當矣。』

海中之細菌

蘭開斯德爵士 (Sir Ray Lankester) 於其細菌篇中，曾詳論微生物之於海洋，具有莫大之關係。除深海之外，凡有有機物質處，必有此物，其數之巨，誠不可思議。至於深海，吾人尙未知其有細菌。統言之，凡在深冷之水，細菌殊不見，而在淺水，或冷

熱洋潮接觸處，則甚繁殖。繁於生物之『泥帶』(mud-line)爲其重要彙集之所。該帶離岸不遠，卽有機質碎屑下沉而成細泥之所也。

細菌在海中之功用大約有三：有能變動物之碎屑及排泄物，爲炭酸亞摩尼亞者，——用腐爛及發酵方法，——有能直接被海中植物所利用者，有時先受氧化作用，變成硝酸鹽，或亞硝酸鹽，則利用更易。此乃硝化細菌之作用。凡此等細菌繁生處，海中之微細藻類亦必盛茂。此外尙有一種，其功用適與前所述者相反。此種細菌，能將硝酸鹽還原爲亞硝酸鹽，亞硝酸鹽爲亞摩尼亞，更變亞摩尼亞爲氮氣。故其作用，乃減少能入生命循環之淡量。蓋生物吸收純粹淡氣之方法，僅二三種，卽如有根結核菌植物之類。

海之顏色

海之顏色，變化無窮，誠足使人神馳，蓋其景象永不停留，瞬息萬變也。此種顏色，半受天空之反照。『然卽天空陰暗，亦可見其藍靛各色，北冰洋之水，卽日光明朗之日，亦不呈深藍色。故海水藍色，非僅爲天空反照所致也。』(泰氏及馬丁氏 Tait and Martin 著作第六百五十三頁)取一長管，滿以蒸溜水，常呈藍色，若略加雜物，

則變爲綠。故海水之最藍或最純潔者，如墨西哥灣流是。水之呈綠色者，或夾有雜物，如北冰洋是。海中雜物，大都爲漂流之微細生物，如紅海之紅藻，及混雜江中之江河淤泥，中國之黃海，是其例也。海水鹽度之不同，及所溶化氣體體量之互異，亦足變海水之顏色。淺海受珊瑚礁海底種種顏色之反射，海水顏色亦因之以異。

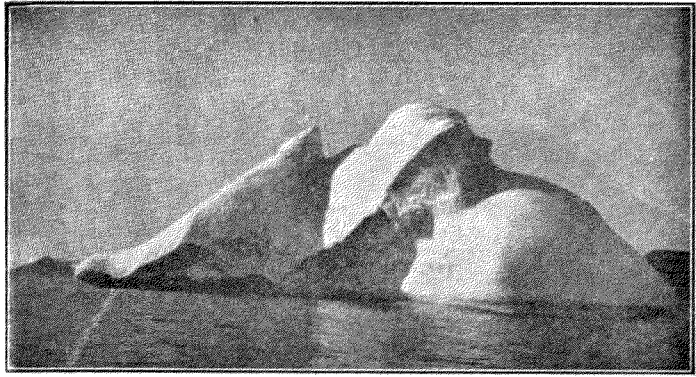
卷四發光動物篇中，曾論海面及深海均常發燐光。當船隻破浪而前，其行跡常現火光，上下浮沉，忽暗忽明。划船黑夜航行，其雙槳有若滴落無數火星然。發生此種火光之有機物，除燐光細菌外，尚有種種動物。——自下等動物，以至魚類均有之，——其燦爛陸離，殊奈描寫也。

大海中有一種小甲殼類動物，名土坊（*Opyridina*）者，曾經詳細研究。其發光作用，常與發酵作用同時並進。此種發酵作用，能使發光體氧化甚速。然與動物身體之生理組織，含有何種意義，暨此光與動物之日常生活，有何功用，則不得而知矣。

海中之冰

北極之海，冬間常爲厚冰所蓋覆。海中之冰，因含有鹽質，故比淡水冰爲重，然尚能浮泛，以持哀斯基馬人（*Eskimos*）及探險家之雪車。潮汐及其他之潮流，常能衝

之使碎，成爲大塊浮冰 (Pack ice)。此種浮冰，常堆成小山，北冰洋之夏季，太陽不落，則其冰場，碎成塊冰 (Floe ice) 向南流行，陸續不絕，漸流漸化，以歸烏有。北冰洋及



冰 山

冰山乃海濱冰川之殘落部分。有長及數里而甚高。如水下之一半，逐漸融化，則上下倒置。日光之下，光耀奪目，陰蔽之部，蒼灰如珠，罅隙中則呈深藍。其體積之偉大，結構之豪麗，勝於埃及之金字塔；而威嚴正大，則超過於獅身人首之神像也。

英里。又爲沉澱物之重要轉運者。及其融化，則與海水之鹽度及溫度，均有莫大之關係。至氣候之影響，能深入內地，如美洲之拉白拉多及諾乏史各且二處 (Labrador)

dor and Nova Scotia) 是也。

海之功用

海有種種方法，能使地球更合於居住。「赤帶太陽」之熱氣，海水能吸收而廣佈之，更能利用兩極冰冷之水，深海嚴寒之冰，使酷熱轉冷。風亦起於海，種種益風害風，均由此來。無數重要水流循環，亦以海為中心，而江河亦起於海，而終於海也。海洋亦能取給——吸收及還原——大氣之氣體，使空氣之組織一致。故海洋實普遍之清算所，宇宙萬象之洗滌場者也。所有塵屑岩礫之類，衝刷至海，統皆捏成同一形狀。所有陸上磨擦撕扯之結果，至此皆沉澱於海底，以後或可更變為岩石。海洋非但供給人類以豐饒之收穫，且為一極大之學府，供人研究者也。

海之末日

地面本無海，前已述及，所有組成水之原素，均含於鎔岩地殼之礦物質內。後來熱空氣中，始有水蒸氣，再後地球漸成水陸共有時期。設此後太陽熱度之供給，日漸減少，則地球終將變成冷體如月球，或竟過之。屆時全海之水，將凍結如硬石。而此凍結之海面外，將包有一層四十尺厚之液體空氣。如不受他物之影響，則此種

現象，必有出現之一日也。

六

海中之居民

在對於環境之適應篇中，曾略說海中動植物之生活。海中之動物，因其所占區域之不同，故可別爲三類：卽海濱動物，大海動物，及深淵動物。植物亦然，如海濱植物之最要者，爲海藻及大葉藻。其殘落之碎片，常向海中流行，以供淺海海底無數魚類介殼類甲殼類及蟲類之食用。至於大海植物，則有漂泊無定微細之藻類，以供較爲細弱動物（如甲殼類）之食用。其他則於死後，沉至不生植物之深淵。本篇既說海，吾人勢必將海中動物，詳加討論。今當先從『大海』說起。

大海動物

描寫大海動物，以鯨魚爲較適當。每一時期，有一時期之巨物，今日之巨物，厥爲鯨魚，因抹香鯨 (Sperm Whales) 及露脊鯨 (Right Whales) 二種，有時長達五十尺或更有比此更長者也。齒鯨 (Foothed Whale) 及鬚鯨 (Whalebone Whales) 是否同科，卽是否同一祖先，似乎尙不能斷言。蓋表面相同，輒易使人盲從，而對於詳細構造之不

同，反疏忽之。鯨魚或曾進化『二次』。無論其進化爲一次爲二次，其祖先必來自陸地，如其後腿之遺跡，似足以證之。幼鯨之哺乳，決不能起自海中。觀夫鯨類種種海中生涯之適應，至臻盡善，可知其開闢海居之祖先，變更其居留地時，當在數百萬年前也。

鯨魚身體各部，適合於海中生活者甚多：例如體形若魚雷，皮膚光滑，進行時可減少抵抗力；尾部平扁而有鈎，可用作一種推進機關；前肢所成之闊鰭，可使身體平衡；鯨油則用以保存寶貴之溫度，又可使全身易於浮泛；有蓋之鼻孔，生於頭之上部，則當一出海面，立可吸收空氣；至於寬闊之胸膛，偉大之肺腑，特別之乳房，致使幼鯨每次得吮飲暢飽，及單胎生育等性，均適應於水中生活者也。

齒鯨以海中魚類及墨魚爲食物，而鬚鯨則食一種輕體介殼，通常稱爲海蝴蝶者是。鬚鯨捕捉食物時，必大張其口，向前猛進，則食物被擒於鬚板之鈍端。當其猛進時，如無救急方法，必至淪沒。其救急方法惟何，卽能將噴口狀之氣管移轉，以與上顎之鼻孔後部相連接，故水無流入歧途之患。

初視之，鯨若無毛，但在鼻腮及皮膚各部，常見毛髮叢生；且許多鯨胎，前身現有無數毛根。由此觀之，現代鯨魚祖先之有毛髮，一如其他之哺乳類動物，可以斷言。

更可奇異者，現在存留之毫毛，有時可作以前生活之證據，蓋此種毫毛，實用以爲感觸機關者也。露脊鯨之神經系，至爲繁雜，有時一根毛髮內，有神經纖維四百枝。鯨魚實爲天演進化守舊者之明例——古時之構造，如爲有用，必保存之。反之，如爲無用，則必完全受淘汰而失蹤。鯨之無耳殼及眼皮，或是故歟。若干鯨胎，有二扣狀之凸體，似卽爲後腿之終跡。而大西洋北部之露脊鯨，深埋其股骨遺跡於身內，——長僅五英寸，——亦頗可注意也。

鯨之噴霧，爲航行者所常見。此乃用過之空氣，用力由鼻孔噴出，有時或五六次連接而噴。在此氣中，常含水汽，在冷空中，此水汽凝成水點。有時因吹噴過疾，則帶浪花與俱。鯨之噴水，實無其事。故米爾登氏 (Milton) 謂『由鰓吸水，由鼻噴出』一語，乃誤會也。露脊鯨能潛居水下至二十分鐘之久，此乃呼吸空氣動物中之絕無僅有者。鯨之力大無窮，今記其一，足以證之。有一鯨，一晨在南陀開脫 (Nantucket) 附近被擊，卽向海行，並洩一船，中有六人，相持七小時之久，終被脫去。而此六人，盡力划搖，經五小時方抵岸云。

七

海鳥

海鳥之種類繁多，今當擇其二而討論之——企鵝 (penguins) 及善知鳥 (putins)。比企鵝奇怪之動物，殊不多觀，但其對於環境之適應，則甚可驚訝。犧牲其翅，以成堅強之闊鰭，以助泅泳，擊水以行，如二彈漿，並能助其潛沒，常至十尋之深，散步嚴冰，瀉滑雪上，均其技能，並能攀登石壁，有時竟達七百尺之高。當其孵卵時，常枵腹四星期，又能在雪堆中生活，數週不死也。久之，企鵝發見遠處之南冰洋海岸，因以居留，然其不能飛翔之性質，常使之漂流海面。

尙有一鳥，恆常年居海面者，乃善知鳥，海鳥類 (auks) 中之奇怪者。

善知鳥 (湯生特 Townsend 博士記) 乃莊嚴詼諧並俱之古怪動物。其軀幹矮壯，其頸項短縮，而飾以黑領圈。面則莊重如鴉。喙特大，燦爛如錦，類喬裝舞蹈者之假鼻。兩腿兩足則呈橙紅色。將此種種奇異之外形，集成一鳥，觀其徘徊地上，誠足使人捧腹大笑也。

初夏時，善知鳥蜩集於峭懸海岸，以擇偶或生育。據牛頓教授之計算，希不來治 (Hebrides) 一隅，其數當在三百萬左右。卵白色，產於一碼長之罅隙內。其孵化之期，

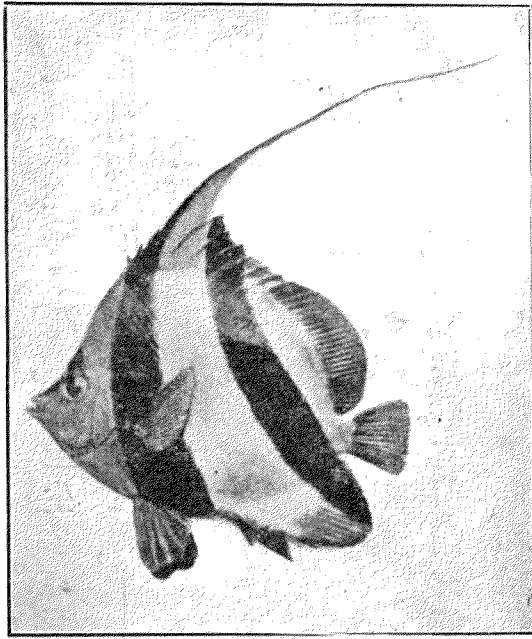
約爲一月，而幼鳥須受撫育飼喂至四五週之久，方能自立。吾人常見其父母，用其大喙，同時噉數魚，（噉魚時，狀如犁鋤之頭鐵。）然何以能增魚之數，而不使先促者墮落，殊不易解。或當牙床張開時，用舌或口中之刺，以保留之歟。

大海中，亦有爬蟲類動物。最可注意者，乃食魚之龜，例如玳瑁，蠟龜，及梭龜等。此種龜類，雖在海中生活，然至生產時期，必須回返沙岸，與陸蟹之必須在海中生產者，正復相同。因天然歷史之定例，——除少數可表白之例外外，——大抵如是，卽當動物生育時，須返其本土也。此外尙有真正之蛇婆，其爲陸上一種蛇類之後裔無疑。其軀體後部平扁，能使其游泳時，進退自如。至於生產，有數種亦須返至海岸。

大海之魚

大海之魚類，爲數繁夥。有所謂文鯨魚者，（飛魚）若被金鎗魚（Tunny）所追逐，常飛掠水面而過。有時順風向而飛行，如信天翁（albatross）然。青花魚及鱈魚亦可爲大洋魚類之特殊者，至於無脊椎動物，其類更繁，——美觀之海蝸牛或鬚鯨愛食之海蝴蝶，虹魚（argonaut Cuttlefish）其搖床之美觀，爲天下冠。甲殼類則有千百種，而大海昆蟲則僅一科。他如各種透明蟲類，美麗壯觀之櫛水母類（Ctenophores）

奇異之僧帽水母，普通水母，泓鐘，及其他原生動物——如石灰質之抱球蟲，及矽質之放射蟲等，均極美觀——有為活潑游泳者，有為紆徐之浮游者。此中尚有無數幼蟲，僅在水中過其初期生活，漸長則返至陸上。大海動物之適應能力無窮，例



珊瑚魚

珊瑚礁中最美麗魚類之一。藍綠，金黃，光耀悅目。

如設法獲得浮性，免被波浪擊損，助其得食，及使幼者得完美之發育等是。今當舉例以明之。普通之藤壺 (Ship-barnacle) 孵化後，其子成微細之幼蟲，游泳海面，後即自附於浮木或木船上。其頭之前部，長成一軟韌之莖，在莖之一端，則為此甲殼動物全身之主體。藤壺之全體，藏於一五瓣灰質盒內，六雙精巧小足，捲曲其中，時時舒出鼓搖，以送食

物入口。普通之藤壺如是，但尚有一種 *Lepas fascicularis*，其歷史與此不同。

此種藤壺，常附於小塊之殘落海藻上，——有時為羽毛或木片。——殼瓣之構造甚輕，而含灰量亦微，故宜於浮游。此種浮游藤壺之體質雖輕，然因其生長

發育之故，常增其重，以至不能浮泛。倘不設法補救，則必逐漸拖沈於海面之下。其補救之法，至為精密。乃由附莖之下端，主要身體之上，分泌一種膠質浮標，形圓而含氣泡，以助其浮行海面，誠適應之卓越者也。

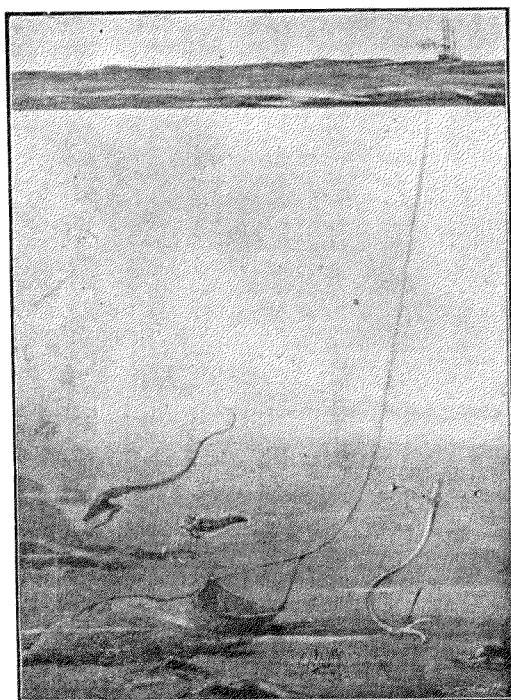
深淵動物

生物窩巢之新奇，莫如深淵。深淵者，指深海之底，及其附近黑暗無光之一層而言也。其深度有時達六英里，受水重之故，壓力至巨。在二千五百尋處，每平方英寸，受壓二噸半；水亦極



漂浮藤壺

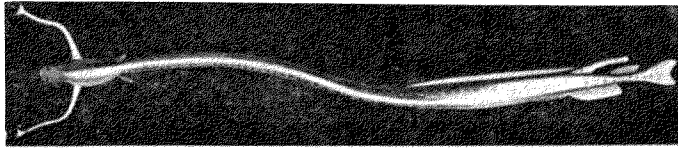
此種藤壺經過幼穉游泳之時期後，即附於一殘落之海藻或他物上。如因其發育過盛體重不能浮泛，則自製一浮標以自持。(見閩中華部)



深淵之底

圖中見一撈網，正被拖拽，長腿之甲殼動物一，(前部)深淵之奇魚三，(左端)及一一碼長之繖形虫Umbellula，底部深入軟泥，而頂上則為有纒纏之水虫息。

冷，約在淡水冰點左右。除發光動物發出之閃光外，則為完全黑暗。深海景象，乃鎮靜無聲，形態一致，不生植物。海雖深，動物亦不辭勞苦，隨之而居，故深淵動物，亦頗



一種深淵幼魚 (Sty'ophthalmus) 之放大，此魚生於印度洋之最深處

目生於長莖之端，光性神經及四目筋，長與相等。頭前之黑點，或為鼻孔。此魚之長大者，尚未覓得，或即有望遠眼魚之一族 (Stomatidae) 即其目軸比他族特長也。

繁盛。動物對此特殊之窩巢，適應彌週。海百合及海銀之莖，自舉其體，以出軟泥之上。海蟹之长腿，及蜘蛛蟹，均適於輕緩之步履。因在黑暗世界之下，故發育種種精妙非常之感觸機體。體質常多孔，充滿以水，故水之壓力雖大，亦不之覺矣。彼使人夢魘之深淵魚類，巨目猙獰，或即合於利用燐光之用。深淵動物之胎生者甚多，而其在陸居之親屬，則皆卵生——是或亦一種適應，以防禦軟泥之覆壓其卵歟。

深淵既無植物，則較大動物之生存競爭，必定更烈。許多深淵魚類之有齒，即證明其有兇猛食肉性情。何以此類魚中，有口甚大者，固易解釋。蓋彼等得有良好之機會時，必飽餐而後已。有時腹部具有伸縮力，而體之下部，能膨脹，故所吞之量，與其身體之大小相比較，似甚大也。當大海面如鯨魚等之大動物死後，屍體沉之海底時，因其筋肉中之水分均被壓出，故遂漸結實。結隊成羣之甲殼類動

物，如等足類動物等 (Tcapods) 獵集其身，絞成細塊，深海底，初無腐爛物也。然食料之大宗，非全賴此偉大之動物，乃賴海面小動物，死後繽紛下落者。即在深淵，物質之循環，亦復與他處相同：魚食甲殼類動物，甲殼類動物食蟲類，蟲類則食軟泥中之有機物質。因其在高壓力低溫度，永久黑暗諸情形之下，生活機能，或可遲緩，故食品缺少之虞，不若吾人所慮者之甚。有軟弱之骨，有柔嫩之肉，皆表明其行動不猛烈。行動既不猛烈，食料問題，亦因之較易解決。

深淵之風景，吾人可設喻以描寫之。其黑如中夜之船港，除星辰及燐光外，昏暗無光。海鰓成牀，由軟泥上升，與其他長莖之海百合等，振搖嫋娜如燈塔。有時在此固定動物之間，藏有赤色之甲殼類動物，逡巡如小竊。有腿長如高蹻者，有戴長觸角者，以探深遠之幽隅。再有墨魚及真魚，大都行動遲緩，時時排列海底，如海船歸就晚餐者然。

八

海濱動物

天然歷史所謂之海濱，乃指光亮較淺之水，海藻生長處而言。此處之動物，種類

駁雜，變化無窮，萬物雜處，而烈於生存競爭，——地盤及食料之競爭，反抗狂暴風浪之摧殘，及仇敵之嗜慾。

海濱動物，幾應有盡有，蓋海濱昆蟲及蜘蛛亦有之。海豹亦可謂海濱哺乳動物，蓋彼等非但於生產時，來至岸上，即平時亦上岸休息。由此可見，其脫離陸上生活，不如鯨魚為完全，然於種種方面，尚力求其適應於海中生活。圓錐形軀體，利於捷速之游泳，想種種方法以減少磨擦；後腿向後，及短尾均便於鼓進；伏匿水洋時，鼻孔可以緊閉；鬚髯機警，用以暗中潛探；目之構造，亦合於幽暗之環境，油脂使之輕浮，並可用以保持體溫；暴風不能捕魚時，又可用助消耗；齒端向後斜傾，便於握持光滑之擄物也；其適應之週，一至於此。

普通海豹，每小時可泳十英里，此僅海豚行速之半。除轉舵時，前腿必緊伏於胸際，游泳則全賴強壯之後身及後腿——一不能旋轉之偉力推進器，在陸上之行動，則殊委蛇。海豹敏於聽，常聚聽鮮有之響聲，如音樂等。且具有良好之腦。性亦親熱，而好嬉戲。至於偶匹，海豹取多夫多妻制。小豹生產之日，即可入水。惟須在陸休息及撫育也。

北極白熊亦海濱動物之一種，常臥冰上，以伺海豹之出現。據一北極探險者云，

有一白熊，舉臂猛擊，則收一海豹自海中提出，碎擊拋擲於冰上，卒碎其頭骨。海象亦北方動物，用其長牙，鑿掘海濱之雙殼貝。尚有古僻之哺乳動物，如儒艮及海牛等，均海濱動物。海牛曾自北極移入內地，直至博物家之樂土，即美國福藥利大之挨復格拉特地方 (Everglades of Florida)，今幾受爲淡水哺乳動物矣。

羣集於海濱之鳥甚多，大都僅來一季。凡淡海濱之鳥，吾人常思及海鷗、燕鷗、鷓鴣、千鳥、鷓鴣及蠣鷗之類，——蠣鷗能用其敏捷之嘴，將鹹貝自石上啄下。可食之食海藻龜類，不能離岸過遠。尚有格拉派歌島 (Galapagos) 之海蜥蜴，常至海中游泳，並常潛伏於叢藻之中。

海濱魚類有蝦虎魚 (fatherlasher) 玉筋魚 (sand-eel) 海鼻及棘鱗魚等。其最特殊者，爲鰯魚 (Gunnel)。此魚甚難捕捉，因其常紆入石縫，即使獲得之，終必用力由手中滑出。石勃卒 (Seasquirts) 亦羣集於海濱。此物之發育至奇，始則有脊椎，終則退步成一種難於別類之動物。數碼之外清潔沙中，常有數種玉鈎蟲 (Balanoglossus) ——乃脊椎動物與蟲類間之一種接鏈。(常謂已失蹤)

海濱介殼之數，似乎無限，——多齒茹素之玉黍螺，離岸不遠，攀附石上之蠟，織紋螺，食肉之鵝螺等。瓣鰓類則有鳥蛤、蛭、蚌、蛤、海扇，及竹蛭等，而皆以微細之生物，

及有機纖維爲食物，用鰓飄蕩，以送入口內。章魚爲無脊椎動物之最高等者，潛匿於亂石之間，以伺蟹類。其體之大，有時足爲人患，如露俄氏之傑作，海中之勞動者中，所描寫者然。

海濱又爲甲殼動物羣集之區，蟹，龍蝦，小蝦，大蝦，異足類等足類，藤壺，水蚤等，均是。其甲冑及武器之設備，張詞虛飾，以及種種適應，均可驚異！如一墮石，偶傷蟹之一足，足遂不能再長，因犧牲之，如自行切斷者然，別於傷處，另生一微小之新足。此外尙有「現在化石」，即北美洲海岸之蠶，古代種族之遺種，而節肢動物中之呂不凡溫歌 (Ripvan Winkle) 也。其呼吸用「葉鰓」，乃世界動物中所僅有者。此種形式，自三疊紀已有之，——即數百萬年——現則用以喂豕。

海盤車，蜘蛛人手，海膽及海參等，海濱均有之。其生活大都如蟹，亦實用其反動方法，——一肢有一肢之生活力。至於羣蟲，有漫步者，有不動者，有環節者，無環節者，所態不一，至難想象。人所共知者，爲沙蠋及突緣沙蠋，漁人掘以爲餌者。沙蠋對於海濱之工作，與蚯蚓在草地所作相同，——即使泥土流通。再下者，有珊瑚，海葵，動植物，海濱海綿，微細之有孔類，及纖毛蟲類，無論何處之動物，無有如是之具有深趣者矣。各地各物之互易，同地各物之殊別，其變化無窮，危險百出，皆足使人

心迷而神往。以一混雜紛繁，變化無窮之窩巢，而滿佈以全動物界之代表，生存競爭當然敏烈，而淘汰選擇，必常川不止。海濱又具有卓越之刺激環境，故試驗種種變形之機會甚大。此種變形，乃動物所常冒險嘗試者。海濱之刺激性質，乃歷來磨練動物之要素，以助生物之進化者也。海濱乃適應之儲庫，——處處與饑餓逼迫，慈愛逼迫之限制及困難相適應。主要動物之系統，大抵曾受海濱學校之訓練，卽在人類，吾人亦能聞古潮之回響也。

參考書

- Challenger Society, *The Science of the Sea* (London, 1912).
Herubel, *Sea Fisheries* (London, 1912).
Johnstone, *Life in the Sea* (Cambridge Manuals, 1911); also *the Conditions of Life in the Sea*.
Mill, H. R., *The Realm of Nature* (University Extension Series).
Murray and Hjort, *The Depths of the Sea* (London, 1912).
Murray, Sir John, *The Ocean* (Home University Library).

第二十五篇 無線電報與無線電話

國立東南大學電機教授
美國意大利諾大學物理碩士 熊正理譯

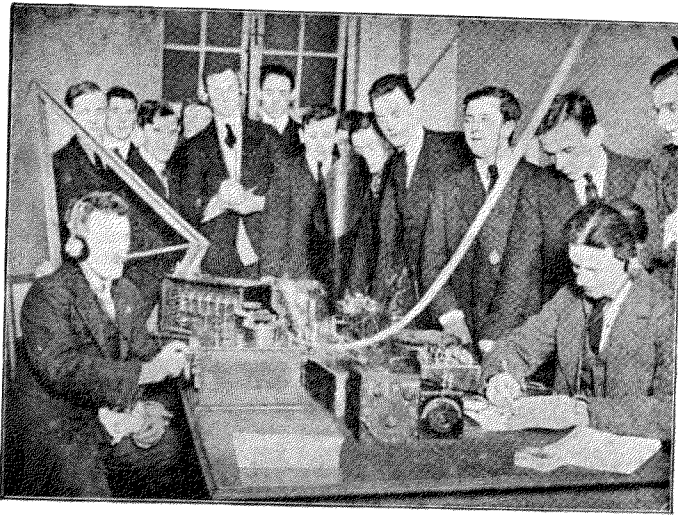
無線電報及無線電話，在應用科學中爲最幼稚，當其初出，已足驚人，近年進步，更能震世耳目。無線電報，跨山越海，行數百萬里，曾不瞬息剎那，風馳電閃，尙難方物。某著者嘗爲極妙形容之言曰：「自斯二事發明，吾人遂得縮地術，地球雖大，縮之不過如一大講堂，坐客交談，互以無線電傳言，所謂遠隔千里，猶近在咫尺。」譬如在大西洋海船上，據牀高坐，尙可娛聽巴黎倫敦之音樂。飛行家駕駛騰空，高出雲表，有時雲霧迷漫，東西不辨，然可遙詢地下，夷然出險。故無線電之有功於飛機，亦猶磁針之有功於航海也。

今美國私人接無線電者約百萬。一年之間，增人數六十萬。每日郵電，絡繹不絕。商賈翹首以望證券股票之漲跌，婦媪側耳而聽百物零星之市價，都人士女，赴約出遊，又得預知天氣之晴雨。交通之便太過，供求之勢相懸殊，自非加以限制，無以應付人人，而尤以無線電話爲尤急。推原其用，本爲傳散世界新聞，商業消息，且傳

播音樂，供公共之娛樂。馬可尼公司 (Marconi Co.) 每星期傳播音樂一次，英國用無線電話者約八千人。是故千里之曲，在家可顧，或良友遠隔，有發電之具，則可與之交談。在英國者可至郵電局，與海船上客談話，以無線電話送遞。吾人可預料將來火車上亦必裝無線電。此非向壁虛造之言也，美國馬可尼公司曾作一度試驗，火車速度每小時六十英里，長途蜿蜒自始至終，無絲毫差池。夫火車速度，比之飛機已爲緩慢。飛機每小時行二百英里，猶能接電，則火車之能接電更何待言。誠以電浪速度每秒十八萬六千英里，與光無異，久爲物理學者所證明，以飛機火車速度方之，甚蔑如也。

自無線電發明，航海更加一重保險。一九

一四年歐釁未發以前，海船失慎，賴無線電呼援得生者，至少五千人。大戰之時，德國潛水艇襲擊協約各邦之船，沈沒之數，不知多少。溺者賴無線電之救得慶更生，



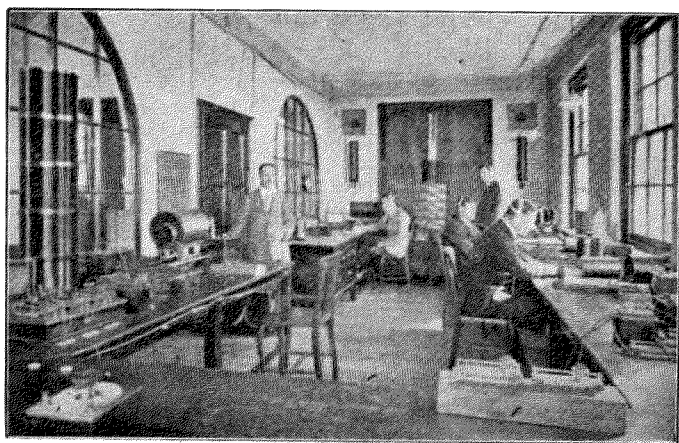
無線電俱樂部

近年無線電俱樂部盛興，於美尤發達，會員千百人，各以無線電器聽音樂或談話。

亦復不可勝數。其在戰時，功績尤著。然收發之具，並不龐大，一長廣高俱不過十八英寸之匣，即足容之。兵士帶至戰壕，前線與後防呼應靈便。尤有異者，海港戒嚴，暗浮水雷，歸船回港，或值大霧，或當黑夜，不辨標識，易遭危險，此亦可藉無線電以探求生路。法用兩電線圈，一在港內，一繫船尾，沈水中，每圈接一電話。如近港沿海底線，則電話聲音響亮，如船誤途，則必有一寂然無聲者，利用此法，雖深夜大霧，不致誤觸水雷。

美國將軍司拉夫透(Slaughter)嘗言，自對德宣戰後，凡美飛機，俱裝無線電話，以便互通聲氣。一九一八年五月，以三十九機組織一飛行隊，在空中練習，其司令官直以口令指揮，無線電話之奇如此。故學習飛行，進步迅速，當停戰之日，萬眾歡呼，飛機數千，翱翔太虛，此種大觀，豈不當歸功於無線電話也哉？

鐵泰匿克(Titanic)英之最大商船也，造成之費計一百一十七萬金鎊，壯麗華美，

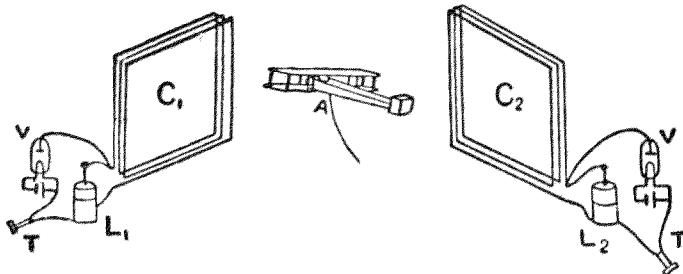


接 電 室

接電人頭戴電話聽筒二，左右耳各一，與接平常電話相同。

有海上宮殿之稱。一九一二年四月由英赴美，渡大西洋，中途誤觸冰山，全船沈沒；死者一千五百餘人，其得救者僅七百餘人，舉世震悼。嗟夫，使在今日必不至是；且此七百人得生還者，亦無線電之功也。今大西洋之北，有專司巡查冰山之船，定其大小地點，以無線電通告諸海船，每日至少二次。其經費出自各國，凡有大西洋航業關係者，為比例之負擔。尚有一事堪記者，往日試驗洋水溫度，以偵探冰山，然此尚欠準確。冰山者自大冰分裂，此種大冰，由清水凝成。附近冰山之水，與海水混合，則其含鹽之成分較平常海水為少。近人發明驗鹽器 (Salinometer) 為分析鹽水成分之器，亦須用電；以之偵探冰山，更靈驗不爽。

現今無線電台林立，有陸地無線電台；有海岸無線電台，專與海船通電；有高能無線電台，以傳電至極遠地；如設在法之里昂 (Lyon) 者，可通北非洲及越南。往者一九〇二年十二月十六日為無線電第一次直越大西洋之日，自英之普爾特 (Poldhu) 至加拿大之格拉



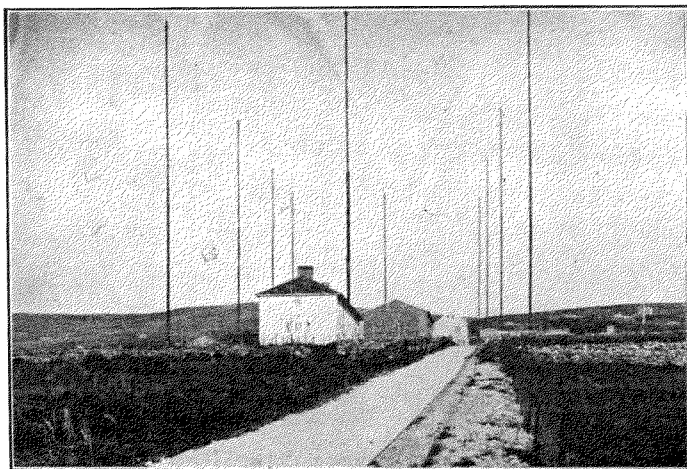
用無線電定飛機地點法 左右為接電台

$C_1 C_2$ 為定向架，凡發電所當架之平面，則接電最靈，與架成正角，則最不靈。設發電所為一飛機，其電波自尾線 A 散出，轉動兩架，至接電最靈之度，循兩架方向伸出交點，即飛機所在矣。

斯灣 (Glace Bay) 當時無不驚奇。曾幾何時，相形已有天淵之別。今英人弗賴明 (Fleming) 電學大家也，嘗言曰：『二十年來，吾人已見全球徧立無線電台，電浪所屆，激蕩半球，其馬力數千，雖一器一械，皆大科學家大發明家嘔血之結晶，費時日，耗金錢，研究之結果也。三十年前，包繞地球之以太（以太爲電磁波之間質，）僅被光波熱波之驚擾，波長不過黍粒，五官所能感覺。今則極受大波之撼動，一「波長」逾一萬米矣。』

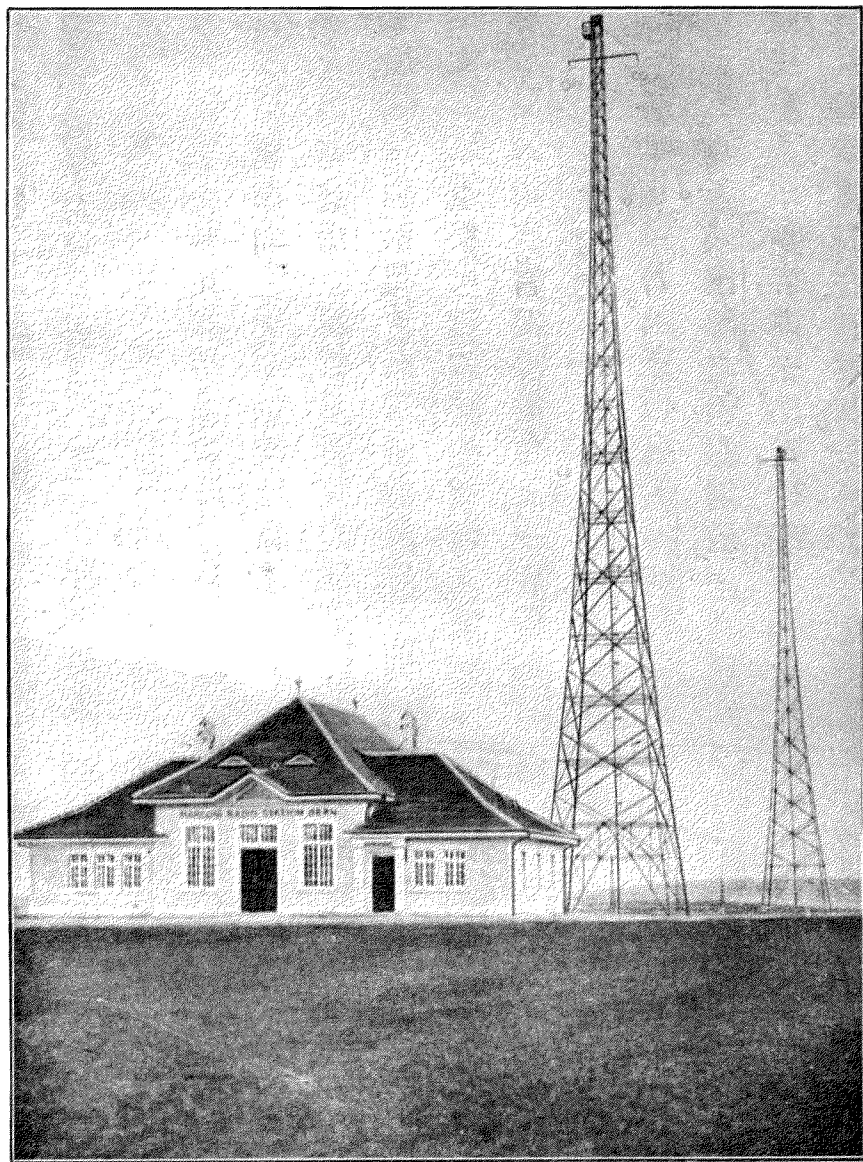
馬可尼公司，有大無線電台三，一在普爾特 (Poldhu) 一在卡立夫騰 (Clyden) 一在卡耐房 (Carnarvon) 其第三台與美國紐極賽 (New Jersey) 電台通。巴黎之無線電台，一在伊飛爾塔 (Eifel Tower) 高一千尺，以懸天線，全世界著名者也。

凡值發電，電波四散，求如平常有線電報，專趨一向，雖日後可望達此目的，此時



卡耐房馬可尼(Carnarvon Marconi)無線電台之天線組織
凡十桅，桅各高四百英尺，撐懸天綽，發電可達美國紐極賽，並直達澳大利亞

尙覺困難。且無線電話尙難達過遠之地，非力不足也，紐約倫敦之間，未嘗不無精



馬可尼公司紐本電台之高塔(The Towers at the New Berne Station of the Marconi Berne Rachi)

塔高三百英尺以懸天線。

良可靠之器，特事不經濟，不能應商業之用改良裝置，減省經濟，必有成功之一日。

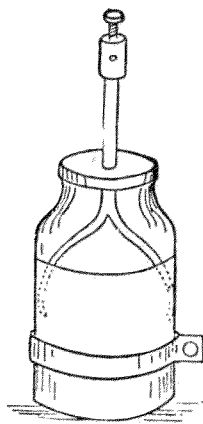
一

無線電報之興起，非如哥倫布之得美洲，偶然發現者也。科學史上固有因偶然發現之事，起學問上革命，如錫之發現是已。至於無線電報，則淵源於科學，發軔之人，如馬克斯威爾（Maxwell），赫茲（Hertz）等，皆物理學名家，於電流及電磁之理多所發明。無線電報之原理，其基礎在電磁波上，欲通其理，須了解此數公之思想，讀其書而探其微妙。實言之，當通物理學最重要之一部，所謂「電磁輻射論」是已。普通物理書所言電學，大抵多論電體，少論電體以外之空間。如言電流在線內，罕及線以外空間之事，夫電流線內，其流之大小，發熱之多少，雖線路如網，皆可依定律推算，誠可謂奇。然線以外之空間，雖目不能覩，手無所觸，然同時亦起特別奇境，則為馬克斯威爾所發明。自斯發明，物理學遂開一新紀元，無線電因此出焉。

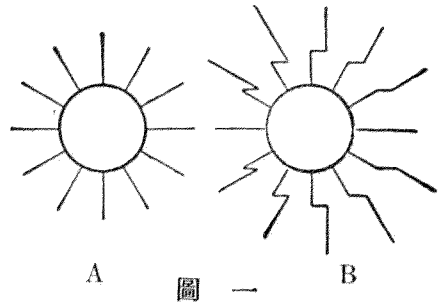
據近世電子論言，電流由於電子之行動，電子者極微不可分又荷負電之微塵也。凡由帶電之體有四射若輪輻之電力線，電流之周圍有環繞重重如輪之廓者，名曰磁力線。凡電子行動，則為電流，同時即發生磁場。物理學者疑鐵成磁，亦由電

子環動，其軌道平行，與螺圈之通電流相似。吾人可圖擬力線之狀，若無數急張之線，發自正電體，抵負電體。線勢欲縮，故正負電互吸，若兩體各荷正電，或各荷負電，則互相推拒，其力線亦互相推拒。設想一電子，其力線四射至無限遠，電子之外凡力線所經過之地，俱為電力場，力場之強弱，視距電子之遠近。電子在銅線上行動則成電流，亦同時發生磁力線，電子動，力線固隨之動，然其長無限，苟非堅硬無限，決不能同時俱進。近者在先，遠者落後，故力線屈折，儼如浪形（參觀圖一）。此種屈曲之動，自中心延線前進，其速度與光齊。磁力線亦重重展佈，如石子投水，水圈四散，其速度亦與光齊，故名曰電磁波。電力線與磁力線兩重前進如上所述。無線電之基礎即在於是。

電磁波亦名以太波，物理學家謂以太為傳波之間質，猶空氣為傳聲之間質。是說也，初頗風行，今人則多疑之，本書前曾言參看“Matter, Ether and Einstein,” p. 288)



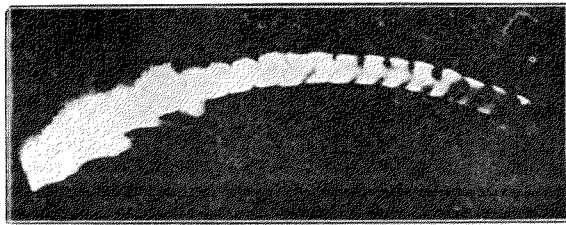
圖二
來頓瓶



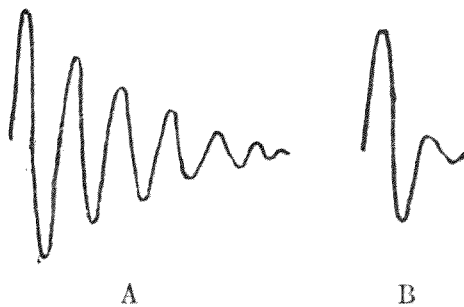
圖一
A 為靜電體狀態，其力線輻射而出，B 為動電體狀態，力線曲折如波動，速度每秒一八六，〇〇〇英里。

以太純爲設想，無試驗確證以明其存在。有尙信其說者，謂以太瀰漫宇宙，無物不入，凡輻射之能，出傳空間，必藉以太爲媒介，光線熱線之傳佈，亦由以太之振動。其不信是說者，另有一解說，謂能之傳播，由分子之振動，此分子非他，即電子是已。物理學家布拉格 (Bragg) 謂兩說各有價值，其兩種作用之實際，似可略爲確定。惟二者關係尙未全明，或中有關鍵，可以互通，尙俟將來開啓。雖然，此不關本篇之旨，姑置弗論可也。

凡電子變其運動，則發生電磁波，譬如真空管內發生之電子，迸觸管面，或於其經過之路，設一金類之片，則發生極小之電磁波，即所謂 X 光線。若使無數電子亦如此變其運動，衆力並舉，聚小成大，則波強可以行遠。更用相當電具，使可觀可聞，無線電之原理不過如此。故第一要義，當考究何法，能使



圖三 顫動火花拓影
以旋轉像片攝取之。



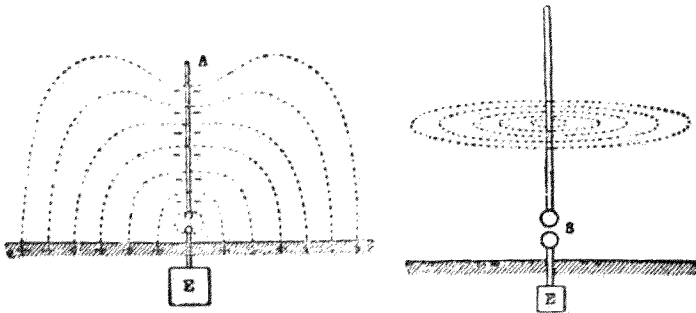
圖四 弱波
A.B.俱弱波，A不其弱，B甚弱。



圖五 強波

無數電子同時振動，發生強波。

初學物理，知用來頓瓶可以發生極速之電振動，來頓瓶者一種蓄電器，能貯電久不散失，以玻璃瓶爲之，內外俱黏錫箔，箔高約如瓶三分之二（圖二）。設內寄正電，則外感生負電，中間玻璃受電感如張急弦，弦之兩端，繫於箔面。箔之用令電展散均勻，倘內外兩面，接一銅線，電流湧出，如水決隄，其勢兇湧，又如馳馬驟停，騎者仍欲前衝。弦力一弛，不僅彈回原點，更加反動，勢如擺之往復，經數次始息。吾人謂來頓瓶被放，依舊解說謂正負電相消，依新解說，則謂兩箔電子無差也。放電不必待一線直接兩箔，設線中斷，兩端各有兩小球，其間力場甚強，亦能驅電超躍，發現火花。星火閃爍，非僅由電子一次跳躍，其實往復數次方息，有如珠跳玉盤，每一個火花皆由電子跳躍一次。試用轉鏡窺其搖影，若僅一個火花，當祇見一條光。若電子不是跳躍往復，則光如一片。今所見者，光條明暗相間（圖三），足證

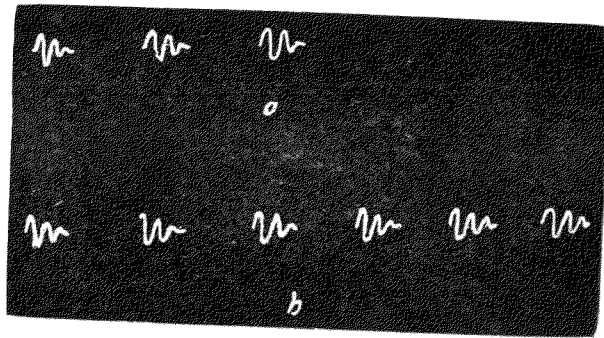


圖六 單簡天線之周圍，電力線及磁力線兩種力線同時交湊，爲清晰起見，分爲二圖，磁力線如水圈展布，電力線與天線及地面成正角，兩重力線組織成電磁波。

明電之爲顫動。每振動一次，則力弱一次，故光之強度遞減，如單擺動，此種振動，即名曰弱振動（圖四）。若振動力不因振動減小，如鐘擺藉彈絲之力，此種振動名曰強振動（圖五）。以太受此種振動，俱軒然生浪，惟傳行之遠近有殊，於後當更論之。

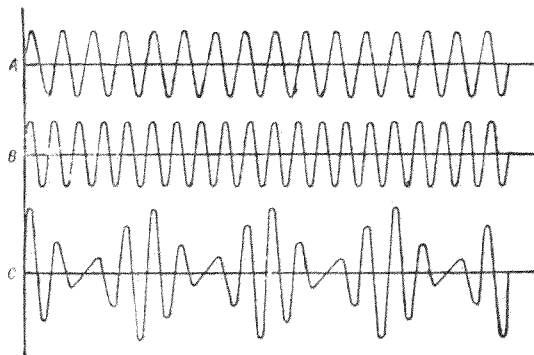
二

由上節所言，可進而述無線電波傳遞之原理。法用一來頓瓶，以相當裝置繼續裝電，一面復以一線圈，及一星火隙，成一電道。來頓瓶寄電至滿，即放電而生振動電流。以太雖受振動，然不克傳遠，猶在土室發聲，聲浪不能逸出。法勒第（Faraday）嘗發明兩線圈相近，其一有變電流，則其二亦發生變電流，此即著名感應電流之試驗。故當來頓瓶電路之線圈，對面置一線圈，第一圈有振



圖七 波之點線

平常電報電碼，以點線爲之，至無線電報，則藉波之啣接長短以代點線，以電話聽筒聽，可分別短音長音。



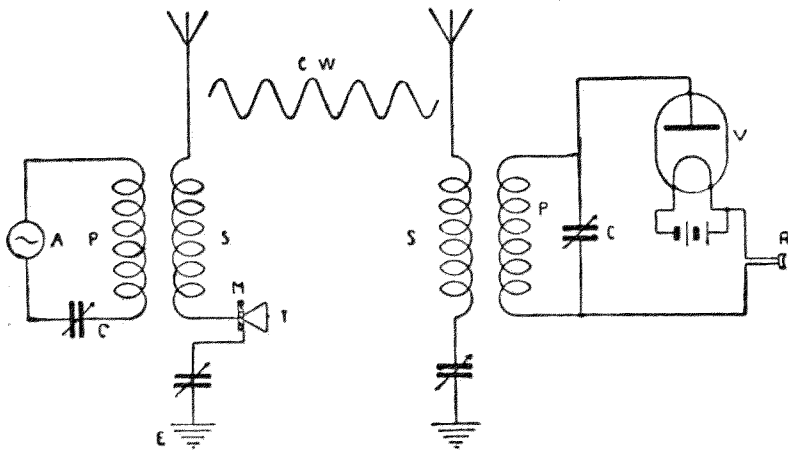
拍子電流之振幅兩種振動

—A—B振動率少異，合成如C—

動電流，則第二圈亦發生振動電流。第二圈一頭埋入土中，一頭上接天線，如此電磁波可以行遠，不似來頓瓶路之閉置也。

天線之最簡單者，以一長銅線，高懸桅桿上，惟繫結處必用不傳電體。振動電流由第一線圈換至第二圈，每秒次數在百十萬以上。電子之運動變，則發生小電磁波，合無數電子之振動，則併合成大波，自天線輻射而出，其速度與光相同。波之電力與磁力成正角，又各與波動之方向成正角，試伸手以三指擬之，可得其狀。

考無線電之送發器要件，其一為送電於來頓瓶之高壓電源，此或用感應圈，則電源為尋常電池，或用發電機，則電源為交流。此電流須經過一換位器，使電壓變高，蓋欲送電蓄電瓶非高壓不可也。高壓器又先經過一鑰，為開闔之用。其二為蓄電器，如來



無線電話收送器連接圖

左為送器，右為收器。觀左 A 為高振動率發電機，P 與 S 為正副感應線圈，C 為蓄電器，T 為話筒，散出電波，CW 隨人聲波抑揚由天線射出。觀右 V 為真空管活門，R 為聽筒。按實用發生強電波器為三極真空管。

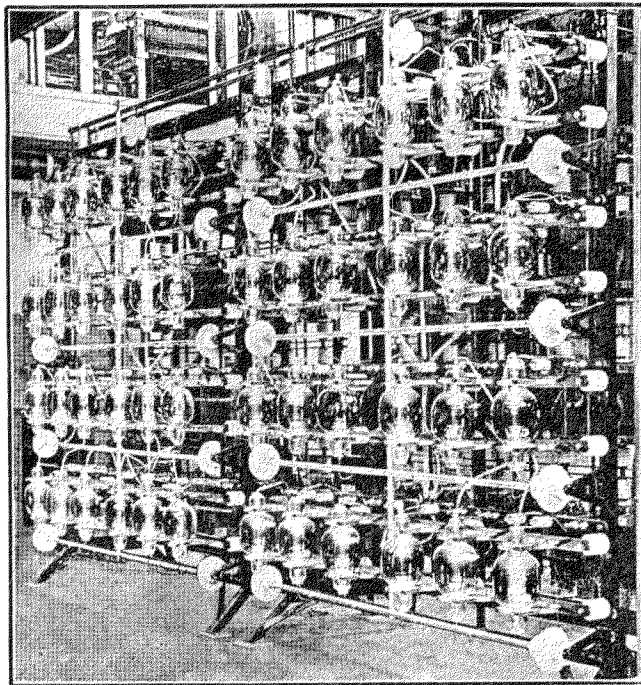
頓瓶，或數個來頓瓶相連，或以玻璃片兩面黏錫箔，亦可代來頓瓶。其三有兩圈相對，一圈連來頓瓶，其第二圈上通天線，下入土中，其效用已詳前節。惟第二圈尙須加接一圈爲「調協之用」，再通天線。調協之義，俟後言之。故電路有二，一爲正道，蓄電器與線圈是也。一爲副道，天線與線圈是也。正道之間，尙有一星火隙，其最單簡者爲兩銅球，或閉在匣內，或全體外露。設電報生須發電，先連結正副兩道之各件，次調協適當，電池與感應圈或交流與換位器亦連好。按鑰則電堆聚蓄電器上，星火一放，則發生電振動，由第一圈換移至第二圈，於是電波由天線輻射而出矣。以按鑰之久暫，電波脚接相隨而有短長之別，其長短之別，可爲電報之符號。平常電報之符號爲點線，拼合成字，無線電報亦用之，點由於脚接暫短之波，線由於脚接較長之波（圖七）。故拍發電報，不論有線無線，其按鑰手法無異。

發電報之法既明，次當考究收電報之法，據法勒第（Faraday）著名之感應電流試驗，凡銅線割切力線，則發生電流，不論銅線動，或磁力線動。天線散出之波既爲電力與磁力，故設遇銅絲與之交割，則銅線亦發生振動電流，其振動率與原來者無差。惟發電台之天線上其電流強，收電台之天線上其電流弱，故收接器必須特別靈於感覺。今所用者爲電話聽筒，然以之直接天線，電流振動率太高，聽筒薄片

不能與之相應，故必無效，若加連一電活門，則靈驗矣。電活門之作用似抽氣筒之活門，僅能開放一面，空氣入者不能出，出者不能入。電活門之作用，使電專趨一向，變交流為直流。常用活門為括流晶，晶之種類甚多，通用之晶為 Carborandum, zincite,

iron pyrites 等等。晶有特別電性，即所謂活門之作用，故以晶連接聽筒，振動電流自天線經過括流晶，至聽筒專趨一向，不復往復顫動。於是聽筒發音，長短有節奏，短音由於啣接短輻之波浪，長音由於長輻之波浪，長音短音，隨發電人按鑰之久長而變，西文之字母，中文之數目，即長音短音所拼成也。

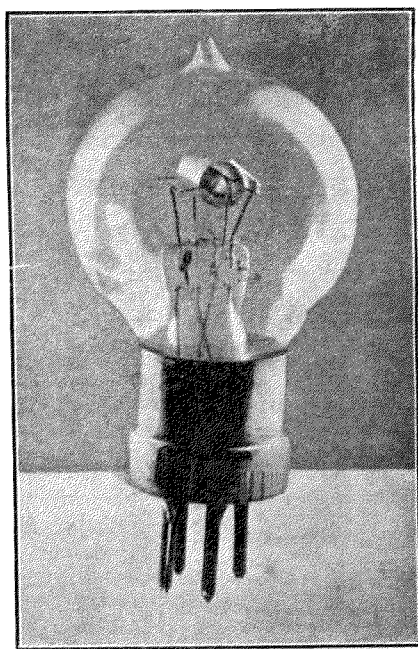
近數年來通行之電活門為真空管，此為最新發明，其單簡者似一電燈泡，惟電



卡耐房馬可尼無線電台之世界最大活門組
凡四十八後加八，共五十六，凡接收極遠電報，須極靈活門，法以數十活門相連。

燈泡祇有一光絲，此則光絲之外尙有一圓筒，以金類爲之，與光絲完全隔開。光絲一通電流，白熱發光，電子自光絲射出。電子本帶負電，若圓筒另接電池之正極，光絲接負極，則電子被吸，令圓筒與光絲之間可通電流。若圓筒接電池之負極，則電子被推拒，電流因以不通，故其作用正如括流晶，可以之代承電話聽筒。振動電流自天線收來，使圓筒之電位爲正，則電流得入聽筒，使圓筒之電位爲負，則電流無從入聽筒。此全恃電子之作用，而其靈敏便利，得未曾有，故一時風行。考其初起，源於純粹科學之研究，其後應用於無線電，而其效大著。弗賴明有言：「真空管之用，尙不限於偵接電浪，卽發生振動電流，及擴大電流，無線電報器具等亦用之而大有改革，非復舊日面目。今發軔之初，功效已彰，前途尙未可限量也。」

三



真空管活門

無線電報所用之波長無定，視其所用如何。平常海船所用者，波長約二千英尺，波行速度約一千兆英尺，故波之振動率每秒五十萬次。振動率與波長爲反比例，若大無線電台發出電波，自六千英尺至二萬英尺，波長二萬英尺者，其振動率每秒五萬次。

無線電之器具，連合通路，或爲正道，或爲副道，要各有其自然振動率，如絃管之音，高低視其長短而定。取線懸球，是爲單擺。若頻推擺球，每秒次數與擺之自然振動率相應，用力雖小，而球之擺動甚壯，否則用力雖大，擺動尙微。擺之自然振動率，視線之長短而異。又如軍隊過橋，步武整齊，使其足步頻率，與橋之自然擺動率相符，橋有折斷之虞。電路之自然振動率，大抵視其線圈及蓄電器之大小而定。故加減二器大小，猶變更單擺之長短，使收受電路之長短，調度恰當，與發來電波振動率相合，則響應最靈。電話聽筒，聲音最亮，吾人謂之兩方調協。調協之義，亦猶調絃，更張絃之長短緩急大小，則音高低如意。無線電台林立，其波長短不同，故能收甲台之電，未必能接乙台，因與甲台調協者未曾與乙台調協也。利用調協之法，於是可擇收一無線電報。若雙方須守祕密，則預約一定之波長。故調協電路，與來波相應，猶琴師調絃與笛並奏，須發音高下相同，方能合樂。

四

無線電報之理既明，其電話之理亦易曉。聲之傳播藉空氣波動，尋常電話發聲筒與聽筒俱有一薄片，隨空氣振動。薄片之後，有無數炭粒，以此通電流。當話筒薄片振動，炭粒鬆緊變更，其電阻大小隨之而變，故電流之強弱，亦隨之而變。此變電流由線至聽筒，藉磁力作用，亦使聽筒薄片振動，激蕩空氣，原來聲音又重出矣。無線電話不藉線傳變電流，惟藉電波耳，且不能用弱電波，必用強電波。當話筒連接於無線電之發送電路時，振動電流間接受聲波之抑揚，電波發出，曲折不爽，收電者持聽筒，聞人聲音，與平常電報無異。惟平常話筒電流甚小，此則電流較大，易致燬壞耳。故其構造困難，現有數種，可以合用，如串連幾個電話筒，並以水冷之，亦一法也。

英物理學家洛奇(Oliver Lodge)言：「無線電話之奇，遠軼無線電報。蓋電報不過緣機械的繼電器，發出簡陋之點線符號，欲使機械的動作，能隨人聲微妙之變動，舍利用電子，何由奏效。今人以之，假電波為媒介，遂使千里外可以對談。……電波之振動率，每秒數百萬，豈人耳與器械所能與之相應，亦惟電子能之耳。倘使除外

來電波外，就地另發生電波，祇須旁設一小真管，爲發生振動電流之用。設二浪振動率相差數百，於是交湊而成拍子，間接使空氣振動則發樂音矣。外來電波受人聲之抑揚，雖交湊亦不爽其原來曲折，故持聽筒，歷歷可聞。」

拍子之法，初尙不知採用。始用電話門，如括流晶之類。後人發明真空管，美人福利司脫 (Lee Forest) 又加以改良，用之爲擴大器。此以電子爲繼電器，數真空管相連，則初振動雖微，可以加強百千倍。故發電話時，自第一管經過之電振動，其振動受人聲間接之抑揚，尙毋庸以之感動天線，傳至以太，且先激刺第二活門。第二活門職在擴大，令振動之強電波，可以橫越大西洋，此可於幾分之一秒時得之。至是電波雖以波動之範圍擴大而致微弱，然不失原來面目，聲波振動之狀，仍然保存，可以重發，更藉增強之法，使之易於聽聞也。

參考書

Bangay, *The Elementary Principles of Wireless Telegraphy*

Bucher, *Practical Wireless Telegraphy*

Fleming, *The Wonders of Wireless Telegraphy and Waves and Ripples in Water,*

Air, and Ether.

第二十六篇 飛行

國立東南大學工科學管理工程教授
美國康南爾大學機械工程師 哈佛大學商科碩士 楊

銓譯

飛行問題之解決，實爲今世紀科學最大勝利之一。自神話時代易開魯斯（Icarus）古雅典神匠之子，因飛行過近太陽致死，飛行卽已刺戟人類之幻想，嗣後飛行之歷史代有增加。二十世紀遂見人類第一次乘重於空氣之摩托鼓動機飛行之日，一九一四年八月發生之大戰更與飛行以進步所需之刺戟，使由少許熱心者之嗜好而成今日之利器。無數之青年於一九一四年之秋未嘗夢想及於飛行者，數月之間皆成奇功震世之鮑爾（Ball），畢學勃（Bishop），莫克頓（McCudden）輩。（以上三人皆著名之飛行家）戰爭告終，飛行竟成日常習見之事。吾人行且見奧而柯克（Alcock），司密斯（Ross Smith），芬呂乃費爾德（Van Rynveld）等飛渡大西洋而至澳洲與南非洲。

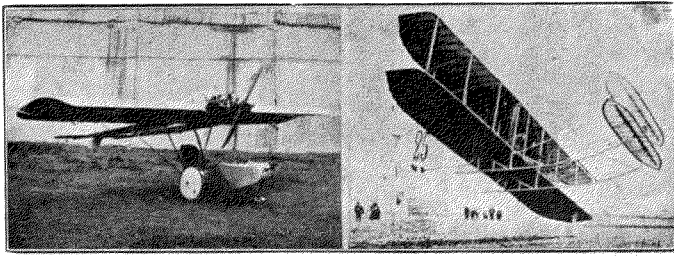
第一次飛行成功之飛機爲賴忒（Wright）兄弟所造，一九零三年十二月十七日賴忒屋菲爾（Orville Wright）乘之飛行歷十二秒，同日更作三次之飛行，最久者歷五十九秒，行八百五十二英尺。此機所裝之引擎僅有十六馬力，飛行之速度約每

小時三十五英里，後此賴氏弟兄嘗屢爲數英里之飛行，惟至一九零八年賴忒韋而巴(Wilbur Wright)在歐洲舉行多次之飛行展覽始聞名於世。今日吾人所有之飛機，其引擎之總馬力有達一千五百以上者，飛行之速度在每小時二百英里以外。

三大飛行

自賴忒弟兄第一次飛行後之二十年中，飛渡大西洋，飛達南非洲及飛達澳洲皆告成功。其中第一爲奧而柯克氏及柏朗氏(Brown)由紐芬蘭(Newfoundland)渡大西洋而達愛爾蘭之飛行。此行歷時約十六小時，而舟行之尋常航期則爲六日，惟此舉但可以展覽成績之性質視之，橫渡大西洋之定期飛機運輸，恐未必能成事實。此種事業將來或將以飛艇任之，試憶R三十四號（飛艇之名）由紐約至腦服克(Norfolk)，歷時三日，僅當尋常郵船所需時日之半。以言商業航空，有一事必當記憶，卽苟以飛機作極長不輟之飛行，必須帶極大量之石油；然飛機之載重有限，苟大部之重量爲石油所據，則所載之乘客與貨物必極少，而商業之作用失矣。若欲石油之量充足，同時能載較多之乘客與貨物，則飛行之程必減短，大約二百五十英里爲飛機航空輸運程之經濟極限。

第二次創立新紀元之飛行，當推露斯司密斯與凱斯司密斯 (Keith Smith) 由英格蘭至澳洲之行。此行於商業航空頗有直接之重要，以其性質非同大西洋飛



航空摩托兩輪車

上圖為英航空隊之“鴉”，一極小之單葉機，兩翼闊十五英尺，較摩托兩輪車畧重。裝四十六馬力之引擎，最高速度為每小時七十哩。旋用十二螺蓋，即可折成零件裝於一兩輪車箱。

第一飛機

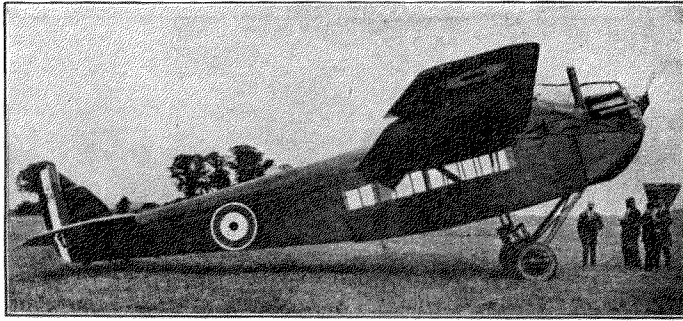
造於十七年前之賴威雙葉機。注意其昇高器之在機前與機架及底車之缺乏。

行之近於遊戲，蓋其行程皆能按時，極有準則也。先預定一行程表，因機器之精良竟能準時不誤。全程共歷三十日，此行所遇主要困難為行程組織之缺乏，由倫敦至印度沿途皆比較安好，蓋由英格蘭經法，意，希臘至埃及，更由此經派來斯丁 (Palestine)，米索婆太米亞

(Mesopotamia)，波斯海灣而至印度，沿途皆有極完備之組織也。既過印度，設備缺乏，雖經過地方之機關皆力助其成，此行程之第三段實為至困難者。

埃及間行程較為簡易，過此則本程之困難以起，著者於由英格蘭至埃及，由埃及至印度及由開羅至開亭通 (即好望谷城) 諸路之組織皆多所為力，此線之最

困難者實為中部，植物之森密至非雇用多數之黑人芟除草木不能得停機之所，當工人闢地至航空站之他端，其着手開闢之部分，植物已長至數尺之高，其生長

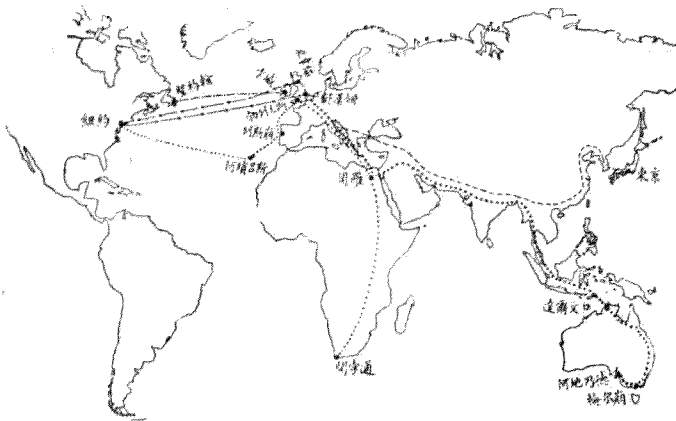


D. H. 二十九號單葉機

此為地海維蘭德大佐 (Captain De Havilland) 所計劃之著名飛機系統中之最新者，為高舉重量之單葉機，裝置四百五十馬力乃辟雅 (Napier) 所造拉翁 (Lion) 引擎一具。閉艙中可容乘客十二人。速度約每小時百二十哩。同樣之模型，亦用於軍事目的。

世界最大飛行之地圖

最足注意者，此中大部分皆為裝置不列顛引擎之不列顛飛機所為。



.....美海軍代將呂德 (Read) 乘 N. C. 4 飛行船，第一次渡大西洋。
- - - - -奧而柯克爵士與柏朗爵士乘寇斯微實 (羅爾斯魯意斯引擎) 第一次直接渡大西洋。→→→→→司谷脫少佐乘 R. 11 (森彼姆引擎) 第一次以飛船渡大西洋，第一次以飛機飛回。○○○○○露斯司密斯與凱斯司密斯兩爵士乘寇斯微實 (羅爾斯魯意斯引擎) 第一次飛抵澳洲，派克爾與馬金陶盧乘 D. H. 9 飛機繼之為同路之飛行。×××××呂乃費爾德爵士與昆丁模蘭德爵士乘寇斯微實 (羅爾斯魯意引擎) 及 D. H. 9 第一次由英格蘭飛至開字通 (好望谷城)。- - - - -意大利飛船隊由羅馬至東京之途程。

茂密可以想見。惟用繼續不斷之工作，始得阻其生長，此外尚有一困難，即為白蟻之存在。此類白蟻能以極大速度成由三英尺至十英尺高之邱，邱極堅硬，往往須

用炸藥及火藥始能移動，一切機械皆不能得，坎坷之地惟有以砍倒之樹幹，使大隊黑人推以進退，以輓之使平。在各航空站之間遇飛機毀壞時，熱帶森林常使安全之登陸無望。其他經歷之困難則由於中非洲高原之熱。因欲節省勞力，航空站皆從簡小建築，熱與稀薄空氣常使飛機非有極長之奔駛不能升起，往往須擴張航空站，始能使飛機飛去。從事此次飛行之四機，其中三機皆於中途毀壞。芬呂氏與濮氏則卒告成功，惟當其抵開亨通時，所乘之機已非初行時之原物矣。

空氣航程中之氣候

今世飛機於上述大飛行外更能爲驚人之成績，載重可至二十四噸以上，飛行速度達每小時二百哩，遠可以千哩不停，高可齊愛否雷斯特山 (Mt. Everest) 在喜馬拉雅山系中，爲世界最高之山。每日飛行由歐洲之此端達彼端，由大西洋達太平洋而越合衆國。

氣候之狀態實多爲飛行家之厄，惟今於各地報告之組織及抵禦困難之法皆極有進步。當飛行之際，惟一之氣候真危險厥惟迷霧。往往遇狂風時，過峽之輪舟須在海港避風，而飛機則能安行於倫敦巴黎之間；惟當國中大霧漫空，則飛行又

別一問題矣。所難者不在實際飛行受阻，以駕駛者雖當大霧仍能於空氣中控制飛機裕如，而在不能見下方之危險。蓋苟遇不得已須登陸時，將不能擇安全之地下降，此霧中飛行之所以危險也。即使行程全達一如平時，無被迫之降陸，駕駛者亦苦不能辨別航空站，時或與屋宇及藩籬相觸，或欲及地而超越目的點。

倫敦巴黎間空氣航程中所用之氣候報告制度，至爲簡單。報告由中間各站隨時以無線電送出，張貼於沿途各航空站，駕駛者於開始各飛行之前，關於途中各點流行之氣候狀況常能得正確之報告。飛行如他事，人與機當並重，所遇困難往往須駕駛者有奮勇技巧與謀略始足以當之。試舉一例，某次當一九二一年之冬，倫敦巴黎線上之氣候極陰霧，在巴黎之航空站所得之氣象消息謂沿線皆爲霧沒，惟稍晚或有清明之望。有三飛機，二屬英，一屬法，皆決意一試，滿載乘客離勒步哲 (Le Bourget) 航空站而去。法機飛駛未及全程三分之一止於普哇 (Poix)，以駕駛者不能勝此種飛行之艱挫，蓋飛時僅偶一見地，苟一旦機壞，將不知停降何所也。二英機則繼續行程直達海峽，時霧亦愈低，兩機過水幾與水面之舟桅相觸，亨得里派幾 (Handley Page) 飛機名之駕駛者馬金陶虛 (Mackintosh) 以爲去地數尺既如是濃霧，則稍高當亦不能更惡，遂折轉機鼻向霧滿之空氣中上昇數千尺。他

一機則繼續緩行摸索過海峽，直至近福克斯通（Folkstone）處超越海岸。是時駕駛者已幾爲疑懼所困，幸已竟其行程中最要之一部分，載其乘客過海峽，在林勃乃（Lympe）降地。

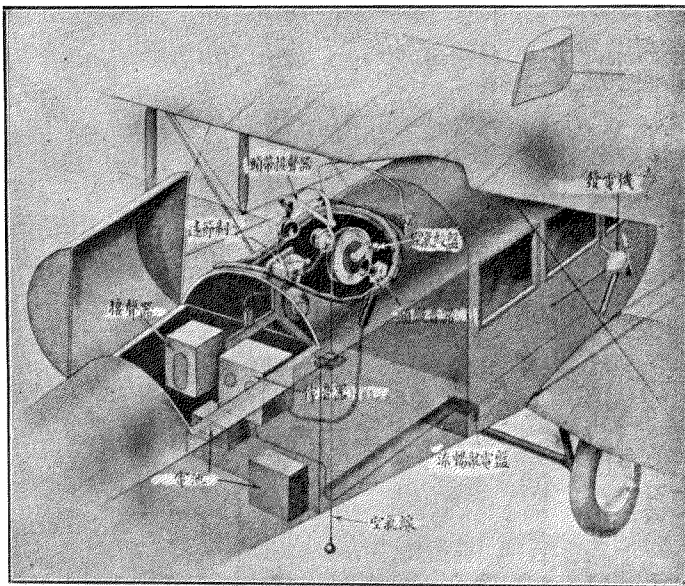
霧中之降地

馬金陶虛藉羅盤與無線電之助，同其所載乘客飛行直達克勞東航空站之上。彼藉從下方所得之無線電信號，知已在停機場之上，因節止氣機，推轉其飛機之鼻向下，以冀去地愈近霧亦愈薄，彼或能見站而漸漸降地。其高度表降至三千呎，二千呎，一千呎，以至五百呎，而彼仍包圍於濃霧之中，彼從無線電繼續與地上之人問答，此輩方謀導彼達地也。當亨得里派幾盤旋往復求一瞥地面俾能下降而不可得之際，地上摩托車之聲固清越可聽也。向空燃放火箭以作嚮導亦終無功，彼輩所能爲力者亦惟有靜候而希望萬全耳。侍於摩托病車之人已發動機器準備爲最初救傷之助。時霧深直達地面，馬金陶虛欲驅機安降，殆不可能；而乘機者九人衝擊之禍尤難倖免。飛機嗡嗡之聲繼續者約二十分鐘，機去遠則聲亦漸微，及機藉無線電之導復回航空站，則聲亦漸強。最後機聲忽由怒吼而變微吟，佇候

之職員皆愕然相顧，隨時待聞傾擊之聲。此大機忽現於霧外，安全降地於稅所之側。飛機之門既啓，乘客魚貫而出，毫無受驚之狀，一若不知曾經危險者，且深訝種種喧擾之所爲何事。

無線電與民事飛行

無線電報與無線電話當然爲近世飛行之要素，民用駕駛人於飛行之前必藉無線電報與電話以偵知其沿路之氣象狀況。當其飛行每小時約百哩時，須用無線電從空中報告其行程。苟夜中降地需地上燃燈爲助，則彼更將以其到時預報。若在霧中飛行，則藉無線電爲路上之嚮導，彼且可用無線電話與他機之駕駛者接談。將來飛機必可完全由地上用無線電節制，而原動力亦可由地面之站傳遞。



飛機中無線電話與無線電報機械之佈置

空氣線繞於一鼓上，駕駛者欲收發消息時則放出之。言語可由此種機械傳達至五十哩以上。所需電流由一發電機給，而此機則由經過飛機之激湧空氣推動之。欲免除引擎可畏之聲，觀察者皆戴盔，電話接收者則以印度橡皮孟覆耳。

於飛行中之機，飛行之將來與無線電蓋不可分離者也。

良好商業飛機之第一要件在其廉費載重之能力，易言之，所載重量當力求其增，而機力則當使其減。第二要件則為速度，其次則為緩降，俾在任何地點遇強迫登地時可使機安全下降。至上升力之速，操縱之靈易，與飛達極高之能力，在商業飛機之計劃上皆不須過問。

今日（一九二二年）最良之商業飛機中，D H 三十四號，(D. H. 34 D. H. De Havilland 之縮寫，以紀念創製者地海維蘭德氏也，號數則依地氏創製之機以次編列，)當居其一。此機中裝置四百五十馬力之乃辟雅(Naper)引擎一具，所載除駕駛人與僕役而外，閉艙中可容乘客十人。另一機為D H 二十九號。此為單葉機，裝一四百五十馬力之乃辟雅引擎，閉艙中可容乘客十二人。屬於D H 系之飛機



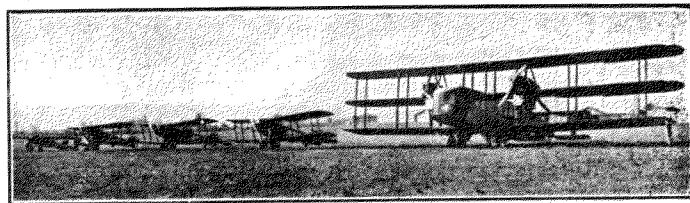
由空中所見之倫敦

從 R36 飛船所攝之脫累福爾格市房。斯脫倫德 (Strand)，醫沈柏蘭街 (Northumberland Av.) 拋爾毛爾 (Pall Mall) 海軍拱門及焦十字街 (Charing Cross Station) 皆極易指出。空中照像將來於城市計劃及空中測量用途必廣。

最足表示商業飛機設計之進步，機力如前，而收費之載重量則有加。其能如此者，全在飛機本身計劃之進步。

在他國（指英國以外）則以發曼所造谷遼斯（Farman “Goliath”）爲今日商業飛機中之良模。此機於駕駛者及機匠之外能載乘客十二人，裝置二百六十馬力之沙姆生（Samson）引擎兩座。多數人之意見以爲引擎之添多可以增加安全。此實一可辨論之點，蓋雙引擎之飛機絕少能僅以一引擎飛行者也。製造家每宣言謂此類飛機可以一引擎飛行，然實際上載重既滿，雙引擎之飛機苟非兩引擎齊用或齊停者，十九不能駕駛。

飛機在軍事上用爲攻守利器之重要，雖日益加增，無可疑議，然其極大前途實在民用方面，此亦無可疑者。今日方摸索以行，他日者有更佳之飛機，更良之空氣學識，更善之組織，更多之社會贊助，必能使吾人滿佈全球以航空線之網。有一極近情理之希望，即在不遠之將來，一切郵件皆將由空中傳遞，多數之長途旅客交通亦將借徑空中。至重貨之輸運與短程之行旅交通則



“柏列斯脫爾”族之一部分

此爲一極難得之照像，柏列斯脫爾飛機公司所造之單葉機一具，雙葉機三具，偉大之四引擎三葉機一具。在今日單葉機雖重復入時，總以雙葉機爲最流行。三葉機比較上最少。單葉式之構造自較低廉，益以新式高舉重翼之計算，早日單葉機之缺點多不復爲患。

爲另一問題大約在未來之若干年中，此類交通業之大部分仍將以舊法行之也。

空中尋路

在民用飛行成爲日常事業之前，第一事須作者爲航空必行路線之測定。在各線中須備預防不測之小降地場各場之距離約由十里至二十里，俾飛機遇任何意外時，皆能有一空場降地。航空站當裝置地上燈火，俾夜行飛機之駕駛者得與日行者同一便利。從前有人主張以輕氣球或探夜燈爲空中行程標識者，皆可無須，以今日定向無線電與精確地圖之進步，任何駕駛者皆能尋路裕如也。

空中尋路之法甚多。第一爲由駕駛者以其地圖與所經過之地相比較。此爲最簡單最準確之法，惟僅能用之於氣象清明能見下方之時。第二法則爲在飛行之前，先預定正確之羅盤地位，然後完全藉羅盤之指導進行以達目的地。所不幸者空氣之潮流常驅飛機逸出航線之外，故專走羅盤行程之駕駛者，常須以地圖與地面比較以糾正其位置。第三而又最新者，是爲用無線電尋向之法。藉無線電之力，地上之站可以應駕駛者之要求而送出信號，駕駛者誌電流之方向於地圖。此諸線之交點卽爲其當時之位置。

有一嚴重問題足以困用私家飛機者，是爲航空站之設備問題。一航空站大足以供應各式飛機者至少當有六十英畝之面積，故欲求人人皆自備一航空站，其不可能殆不待言。有謂每村當各備一降地場，凡用私家飛機者苟欲飛行，可往航空站。

飛機如何飛行

飛機之所以能飛，其法與支持紙鳶於空中相似。紙鳶當風，藉一線之牽掣而得空氣壓力，風則吹紙鳶使去，而線則持之使歸，其結果苟風與牽力皆不變，則紙鳶必逐漸升高。在飛機中此牽掣紙鳶之線則代之以空氣螺旋。紙鳶苟遇壓力之心變更時必傾斜顛倒，飛機亦有同一之現象使之被撞。鳥類亦有同一之困難。白嘴鴉遇有風之日，常傾斜失其均勢，苟不重行作勢，則落地必不利。在空中嘗見其以身順應因氣壓中心驟變而起之撞擊。

就飛行而論，翼爲飛機之最要部分。葉之單組雙組或更多則視機式如單葉式雙葉式三葉式等而定。葉面略作弧形，弧之頂點近翼之前邊較後邊爲多。葉之厚度亦不一，以其由前邊至弧之頂點突然加闊，然後漸狹以達葉之後方也。飛行之

時翼非絕對與飛行之途徑平行，但稍偏斜使風可以吹及其底面。繞翼之氣潮，施壓力於其底面，施吸力於其頂面。所謂翼之「舉重力」(Lift)者約三分之二為吸力，三分之一為壓力。因欲繞翼常有氣流，故飛機必裝置摩托——一內燃引擎，其構造之原理與摩托車之引擎相似。此引擎旋轉空氣螺旋，使之推挽諸翼經過空氣，以造成所需之舉重力。

駕駛者之所為

飛機之節制至為簡單。駕駛者所用共有兩槓，一為上升之節制柄名喜桿(Joy-stick)，專管昇高器與翼扇，一為舵桿，近飛機之底板，駕駛者運之以足。此外尚有為引擎而設之尋常開關鍵及燃燒與節氣機關，現在所用之引擎多屬內燃式。

內燃空氣引擎之原理茲述之如下。各引擎式樣雖異，皆以四程或渥安循環(Otto cycle)為原則。引擎之舉動可分為四大作用，每一作用佔活塞之一程。第一程吸進石油氣與空氣之混合物入筭，第二程當活塞移動進筭即偏壓氣體。在偏壓將至最高之先由磁力發電器或電池產生一電火花，更藉火花栓而導之入筭。

此電火花使被壓之氣體爆烈，更藉已燒氣體之膨漲驅活塞復下氣筒，所得能力則傳遞於一旋轉有序之飛輪。活塞之第四舉動，則驅逐已燒氣體出筒。至第五程則諸作用之循環周而復始矣。以上諸程之名稱依上述次序爲引入或吸進程，偪壓程，燃燒或動力程，與驅逐程。空氣引擎大別之有三式，曰靜筒，輻射筒，與旋轉筒，最後者亦曰旋轉式。

上昇時，駕駛者開放引擎，至飛機在地面行動達充足速度時，然後緩引節制柄向己，因以移動昇高器使飛機昇入空中。及已達充足之高度時，微移節制柄向前，使飛機平舖而以平底飛行。轉向時，駕駛者同時一面以足踏於舵桿上以動機舵，一面向同一方向移動節制桿。節制桿此動在運用翼扇，使飛機微微偏傾於一翼尖之上，故其轉動較平轉僅用一舵時易而且穩。及旋轉既畢，遂反其動作，飛機復歸於平底。下降時駕駛者節閉引擎，同時推節制柄向前以動昇高器，使飛機下傾以溜趨地面。至去地不過數尺時，彼乃輕輕移回節制柄使飛機復處平行位置。及引擎節止，螺輪旋轉極慢，機之速度亦失，遂輕落於地，更沿地行以至全停。

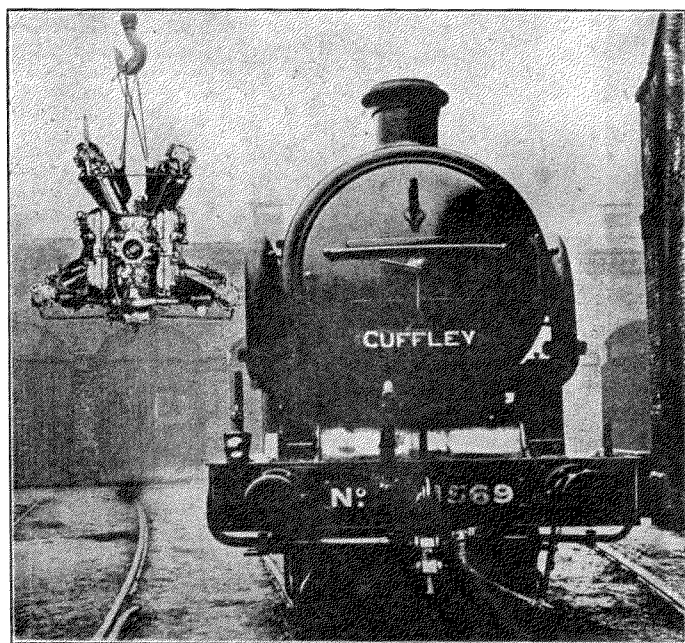
溜行可在任何方面，惟降地則必在「上風」。一飛降機地之速度視式而異，有至地每小時約行三十哩者，亦有每小時約行百哩者，平均大約在每小時五十至五

十五哩之間。

遊戲

航空之技巧在有經驗之駕駛者視之皆頗簡單，苟演之得法，機必不受計劃者所未預料之挫壓。行動之平順與節制機關之不急撞皆極重要。飛機之作鼻端向下深縱 (nose dive) 者改正必當緩緩。苟駕駛者突將節制器扳回，因驟來之挫迫，機之要部必受損傷。

航空遊戲通稱之為航空戲，其方法因機之式樣略有不同。概言之，常演之主要技巧為迴旋舞 (spinning)，循環舞 (looping)，與旁傾舞 (side slipping)。



一具一千馬力乃薛雅所造“克白”飛機引擎重約1700磅

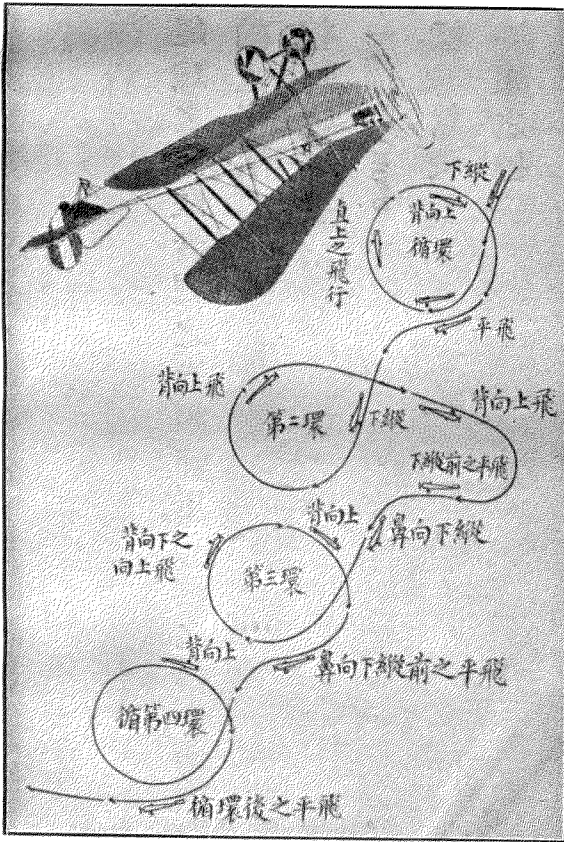
與一具一千馬力之機車重約數噸之形體比較

最後之飛機引擎或將出於新式樣——大約為電摩托，其動力或將由地面之

站用無線電傳遞。

作迴旋舞時，駕駛者節止引擎，扳回節制柄，力推機舵。舵向左則作左迴旋，相反則得相反之結果。欲跳出迴旋，駕駛者當集中一切節制，俟深縱既畢，輕將節制柄推回，至機重行恢復平底為止。

作循環舞時，駕駛者輕推節制柄向前，使機鼻下傾，速度遂加，然後緩緩將節制柄扳回，則機之鼻端向上而環行。當機從循環下降時，駕駛者逐漸將節制柄移中。有數種機更須用舵節制，以防機之搖擺由環頂跌出。作旁傾舞時，駕駛者如欲向左旁傾，則推節制柄向左而持舵居中。及飛機開始傾滑時，移舵略偏右（或向上）以防機之



循環

學習者最初習之簡單遊戲。機鼻略傾下以增加速度，然後輕輕將節制柄拉回，使機上昇同時翻轉。再將引擎節退，節制柄緩緩向前，機遂落而下縱，由此更趨於平。當循環時駕駛者不須縛繫於座，以離心力可使之不離也。

左轉。欲機平正，駕駛者推節制柄向右略前，舵仍居中。一切遊戲大抵不外上述三種技巧之聯合或變化。

在不常飛行者，「迴旋」常生不種不愉快之感覺。其來也苟非有意爲之，大抵由於陷滯或驟失飛行速度，惟絕不危險，駕駛者極易防止。「撞擊」爲遇空氣之上下流時所感覺之微搖運動。當氣候炎熱飛行稍低時，常感覺之，惟微小之撞擊則無任在何種狀態下皆所不免。其甚者如遇雷暴或飛行經過沙漠時，飛機每因一擊而升降至百英尺或百尺以上者。卽如此極端之例亦絕無危險，至多不愉快而已，此又不待言者也。

空中之戰

軍用飛機之需要及條件與商用飛機絕對不同。軍用飛機之預備戰爭者必能飛行極速，以極大速度昇至極高，任作何舉動皆能運用靈速。大戰之中因機之飛行能力而使駕駛者得保全生命者已數見不一見矣。

第四十三分隊吳來特大佐(Cap. H. W. Woillett)一日中打落敵人飛機六具，建大戰中之成績，有賴於其飛機之卓越能力者實多。在上午十點半彼方領導一偵

察隊，見一德機，超越之，發鎗三十排，見敵機迴旋落地而毀。當戰鬪時，大佐同時受多數他機之攻擊，彼毫不遲延，即迅速昇於攻彼者之上，突向一兩座機縱下，隨行隨開鎗，致此機亦毀裂。然後再超昇於敵人之上，環行以遠避兩具來攻之福克雅（Fokkers）機，以直上爲防，再向一奧兒巴駝斯（Albatross）機之尾縱下。開火約五十排，此機遂着火墜地而碎。大佐乃歸。同晚之下午五點，彼復往攻敵機十三具，絕對自信其駕駛之技能，且知其機之靈，便必能勝其所攻之機。彼先放鎗三十排射入一敵機，此機遂顛覆墜裂。再昇高，周旋於剩餘十二機之間，以避免敵人之子彈。最後彈中一奧兒巴駝斯機爆裂，此機遂旋墜毀裂。彼乃圖歸，過戰線時見另一敵機在其上，此次仍藉其機之飛昇得勝其敵人而毀滅。其是日之第六機。此日之工作即大戰之成績，足證空中速度——昇高與運用之速度——之必要。

又一例足示運用靈速之價值者，乃於皇家之飛戰隊（R. A. F.）中馬克遼德（McLeod）大尉之得維多利亞十字勳章見之。彼在五英尺之高度受八德機之攻擊。此諸機由各方面向之突下，勢極猛。馬氏所駛者爲一兩座機，彼以神巧之飛行使其觀察者得還射敵機，打落其中之三，失其駕駛力。馬氏然後以機環行更向一第四機突縱，當是時，馬氏已受傷五次，不顧也。不幸剩餘五機中之二機已飛越

其上，由上方開火，擊中石油箱，機遂着火。馬氏爲火焰所灼，攀越離座而至左底葉，遂立於其處，倚護傷穴而達節制柄，使機爲極偏之旁傾，吹火焰離已及觀察者。是時觀察者幸能不離座，且向敵人開火不使得近，直至安抵地面。

如此類之例表現者，運用靈巧之價值勝於其他一切。

人與機

戰時駕駛者之心理實一饒有興趣之研究，在戰時即受精密之攷驗。所發見者，單座式間諜戰機駕駛者中之最有成效者，皆富於衝動性而輕忽之人，肯冒險，絕無危害之觀念。此類人可以獨攻十二敵機無所顧慮，在空中狂怒如瘋犬之遇物即噬。不列顛駕駛者之爲各方前線所畏懼，由於此輩實較其他爲多。

兩座戰機之駕駛者則需稍謹慎矣，蓋彼縱自忘其身，不能不爲其觀察者計也。二人而能合作順利者，實一最難得之聯合。偵探與炮機之駕駛者爲全軍之腦部，其職務在偵察報告與推決。此輩尋常均由間諜保護，惟遇必要時須能於航空戰爭中自保。

所餘之種類即炸彈機之駕駛者，須在炮火中有極大之持久力與冷靜頭腦。彼

等須僵坐駕駛重機至數小時之久，且須當炮彈與機關槍之炮火不稍畏縮，同時其觀察者則拋擲炸彈。

欲求一兩座式戰機之代表，「伯列斯脫爾戰士」(Bristol "Fighter") 在世界飛機當居第一。此機載駕駛者與觀察者各一人，裝置二百七十五馬力之羅爾斯魯意斯 (Rolls-Royce) 引擎一具或三百馬力之赫斯潘虜蘇塞 (Hispano-Suiza) 引擎一具，其滿足速度爲每小時百二十四哩，於二十一·三分鐘間可昇高至一萬英尺，其能達之最高度則爲二萬英尺。其軍備爲一機關槍由駕駛者施放，其子彈經螺輪向前發，另一機關槍由觀察者施放，能旋動，應付機之後方全部。其能使駕駛者從空氣螺旋之旋葉間施放機關槍之一種構造非常靈巧，名曰康士丹丁乃斯柯 (Constantinesco) 間斷齒輪。藉槍與飛機引擎間之一種關聯，槍之開放可適在螺輪葉片不礙彈路之時。螺輪之旋轉率爲每分鐘七百五十轉，此種結構之靈巧可以想見。

欲求單座機之代表，可舉所勃韋斯司乃勃 (Sopwith "Snipe") 爲例。此機產生於大戰將終之時，裝置二百馬力之本特來二迴引擎 (Bentley Rotary 2 Engine) 一具，其滿速度爲每小時百三十五哩，昇高可以八·八分鐘達一萬英尺。其軍備共有三

機關槍皆從空氣螺旋之葉片間放出。駕駛者全恃機之飛行能力以避免後方之攻擊。

欲求一可爲代表之炸彈機，可舉微寇斯所造微賣。此機載一駕駛者，一放槍者，一擲炸彈者，此外尙有一千一百四十六磅之炸彈。機中亦裝魯韋斯(Lucas)槍四具，兩置機鼻兩置機腹，以備受攻時防衛之用。機中雖有三百六十馬力之羅爾斯魯意斯引擎兩具，然行動不速，每小時僅能行百零七哩，昇高萬英尺需二十三分鐘。有一事或所樂知者，卽大戰時在不列顛飛機中載機員最多者爲亨得里派幾V一五〇〇式，專爲彈炸柏林而造也。此機長一百二十六英尺，裝羅爾斯魯意斯引擎四具，載一駕駛者，一觀察者，兩擲彈者，兩放槍者，共六人，此外尙載重二百三十磅之炸彈二十四枚。

由一九一六年七月至一九一八年十一月十一日，不列顛飛機在西部前線所擲炸彈之總重量共六千四百零二噸，最重之彈，重一千五百磅。德國炸彈之最大者重二千二百磅。同一時期中皇家飛戰隊在西部前線打落敵機六千九百零四具，標鳶輕氣球二百五十八具。此外攝影四〇一，三七五張，對地上德國軍隊放機關槍軍火一〇，二三八，一八二排。

飛艇

更言飛艇，吾人乃發見不列顛今日奄有世界最大之飛艇隊與最大之飛艇。其中推前德國策伯林 (ex-Zeppelin) L 七十一號為現存諸艇中之最大者。L 七十一號以外吾人尚有前策伯林 L 六十四號，至純粹不列顛飛艇則有 R 三十三號，R 三十六號，R 八十號與不完全之 R 三十七號，最後之艇為不幸艇 R 三十八號之姊妹艇。諸艇中惟 R 三十六號現在裝置為乘客之用，其設備除容艇員二十七人以外尚可載乘客五十人。乘艇者皆供有日間可摺之榻箱，餐室與客座皆備桌椅及其他一切之便利。

此類之艇乘之旅行由英格蘭達澳洲，中途在馬爾塔 (Malta) 埃及愛頓 (Aden) 印度及新加坡停頓，歷時尚不到二星期。此種交通業果成完備之事實，則沿途間各站皆將樹立泊桅，惟兩端有艇倉。有一事須記憶者，即一所貯藏飛艇之倉長約在二三百碼之間者，所值當在十萬金磅以上。此外尚須有艇員數百人以移此航空之巨物歸榻或遷之出外。

建一泊桅，所費約在二萬五千磅以下。最新式之桅為一格工之塔上置一易於

旋轉之頂。由旋轉之頂可放出一纜，當飛艇行近時由艇鼻更放出第二纜，然後以兩纜相結用一蒸汽絞機收緊之，逐漸牽飛艇使近，至艇鼻安入泊桅旋頭之凹節中爲止。其安置甚巧，艇搖蕩時鼻端常佔上風，可安然抵禦每小時四十至五十哩速度之風。泊桅較入倉尙有一優點，即泊艇所需僅五六人已足，而解纜之手續尤簡。乘客與貨品皆由升降機載至桅頂，故旅行者絕不感覺不便。不列顛所有飛艇之實在大小如下表：

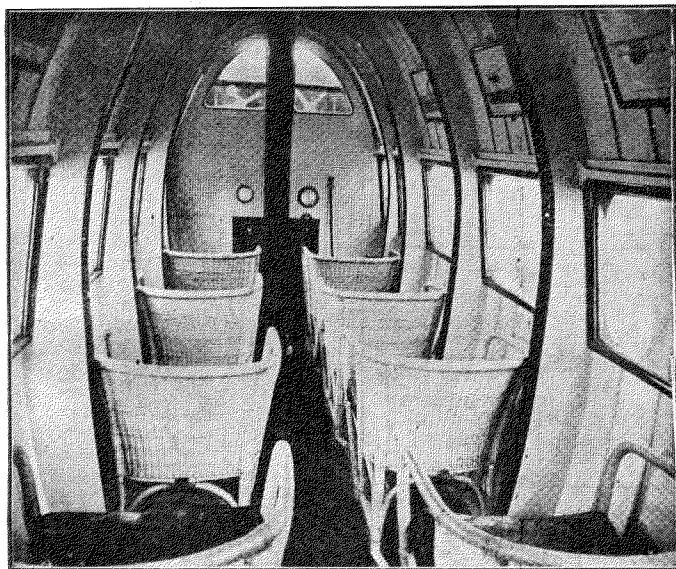
飛艇名	長度	立 方 容 量 (以立方英尺計)	引 擎 種 類	舉 重 程 (噸)	限 速 (哩)	速 度 (每小時哩數)
R 三三	六三九英 尺五英寸	一、九五八、六〇〇	三五〇馬力森彼姆 (Sunbeams) 五具	五九、四	五〇〇〇	六三、五
R 三六與 三七	六七二英 尺二英寸	二、一〇一、〇〇〇	二六〇馬力梅把克二 具三五〇馬力森彼姆 所造『哥薩克』三具	六三、八	四〇〇〇	六五
R 八〇	五三〇英 尺	一、一五〇、〇〇〇	二六〇馬力梅把克 (Maybach) 四具	三八、五	六五〇〇	六五
L 七一	七四三英 尺	二、四二〇、〇〇〇	二六〇馬力梅把克 六具	七八	六〇〇〇	七五

飛艇之將來

論飛艇之將來，敢斷其必為長途遞郵載客及運貨之用，而飛機則將用於一千哩以下之途程。全程更將分為二百五十哩長之段落。飛艇苟作如由英略蘭至澳洲之飛行，其段落至少當每次一千哩。同樣吾人可組織一飛艇運輸至南非洲，更一渡太平洋至加拿大，此加拿大之程或可繼續渡太平洋而至澳洲，如是吾人可得一環繞地球之不列顛飛艇運輸。

世界上最著名之飛艇飛行或將推R三十四號渡大西洋來回之旅行。去程約三千哩，以百零八小時十二分鐘行之，所載船員中職員八人，其他二十二名，司各脫(Scott)少佐為領袖。去程之中極多驚擾，尤以近紐芬蘭舟入雷暴為甚。回程之時間較佳，全程僅費七十五小時三分鐘。

飛艇之造法



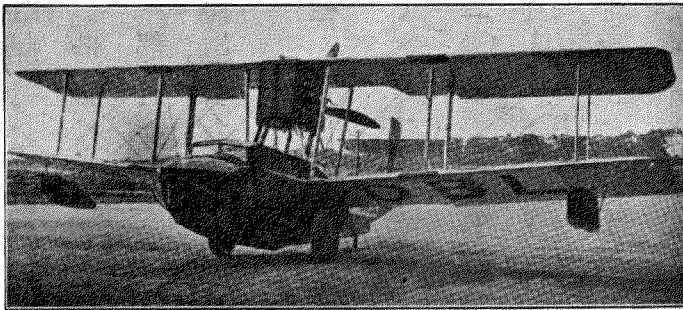
微寇斯所造微賈機中之乘客艙

近世飛機皆有封閉之客座，每客各有一靠椅。每客之旁皆裝有可任意開閉之窗。有談話管以通駕駛者，更有儀器示客以所達之高度及所行之速度。近世飛機中綽有餘地，雖衣極脆之闊衫者，可以旅行安然無礙。

飛艇共分三大類。不堅硬式，半堅硬式，與堅硬式，故其構造當然大不相同。第一式爲一大包後附一車。第二式之包則堅之以梁。第三式則全爲梁架工程內貯多數氣袋，此全體更附於一堅硬之船骨，客艙與引擎房皆載其上。

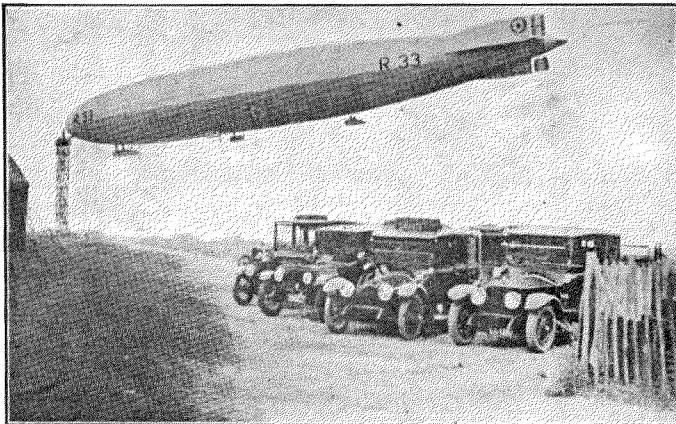
堅硬式最重要亦最能發達。策伯林與不列顛之R式皆屬於此類，後者實爲策

伯林之模倣。R三十三號有木心梁構成之川狀船身，其全長爲六百三十九英尺，直徑七十九英尺。船身內置三角船骨，造成船之主要穿廊，內貯水，砂與石油等櫃，炸彈



微寇斯所造“微經”水陸飛機

此機足爲飛機構造革新之徵，以其下降宜水亦宜陸也。底車可由駕駛者之任意收置機身之旁。裝置一四百五十馬力乃辟雅造之拉翁引擎，速度約每小時一百十哩。駕駛者之外，可載四乘客。



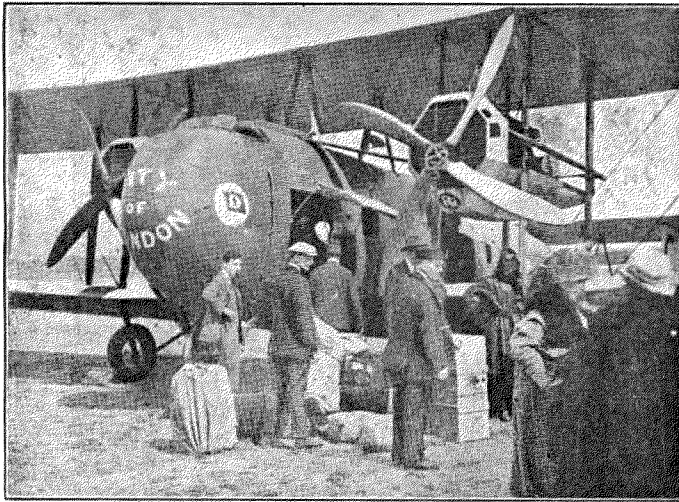
R33停於克勞東之泊桅

飛船不復藏於高價之艇倉，皆代之以百二十英尺高之泊桅。乘客與貨由升降機上桅，沿一遮蓋之舷路入飛船。在克勞東之桅已暫拆卸，俟飛船輪運恢復重建。

庫與船員居室等。船身之內共有十九隻氣袋，中約貯二百萬立方英尺之輕氣。在船骨之前端懸一舟室，是爲節制艙，前進之引擎即載於此。在舟之中段懸兩翼室，各載引擎一，近尾部有一較大之車，中貯兩引擎及附屬之節制機關。舵與昇高器則位於船身之尾端，更在後車之後。

飛行之安全

以飛行爲不安全與不可靠實爲謬誤之觀念。由一九二〇年十月至一九二一年九月之十二個月中不列顛民用飛機所載乘客共四一，九五六人，所行約五五三，七〇〇哩，機在空中所費之小時數爲六，七七六。在此時期中乘客之喪命者四人，受傷者二人。由一九二一年四月至九月（所考查時期之半）所載三一，八五三人中喪命者一人，受傷者一人，而此兩意外之發生，皆不在定期航程而遇於游



飛機抵克勞東之狀

載客由四人至二十四人之大機，日飛行於多數歐洲都城之間。克勞東航空站爲航空路程中之不列顛終點，每日皆有不斷之來去。客與貨現在皆載於同一之機，惟新載貨機已在建築中。

賞展覽之時。失事率依此計算，載客每千人中喪命者○·○三人，受傷者○·○三人，每行三二，二○○哩有一意外，以時間計，每飛四一五小時遇一意外。上述數目殊不見民用飛行特別危險，苟與他種運輸業之意外比較尤爲顯著。一九二〇年中不列顛之街市意外共五七，七四七次，中二，八三七次危及生命。一九一九年鐵道意外共二四，九一五次，中九三二次危及生命。此等數字或將使用鐵道者爲之震驚。

以言飛行之穩妥，觀數目可以深信，若更憶及飛行，今日尙在幼稚時代，假以時日，必可盼其效能逐暫增加，則此說尤確。一九二一年至九月止在倫敦巴黎間不列顛航空運輸之終程無阻滯者，其數如下：正月百分之六二·五；二月百分之七六；三月百分之九五·四；四月百分之九四·八；五月百分之九四·七；六月百分之九一；七月百分之九三·八；八月百分之九四·八；九月百分之九三。此數殊不甚惡。若更念及其中多次過海峽之輪船因天氣太劣不能成行，而飛機乃能安然往來於兩都城之間，則上說尤確著。

飛行之將來

五十年後之飛機或將與今日所用者大不相同。一種之螺旋飛昇機可以直昇直落，翱翔而達橫飛者，或將充分發達，使航空運輸直入城市之中心，於屋頂或其他狹小之地面登陸。今日所有對於螺旋飛昇機之觀念，乃以一裝載駕駛者及乘客之機身附於兩個或兩個以上對向橫旋之空氣螺旋，俾機得以直上直落。然僅此其用甚微，必能完備至直飛以外更能為前行與旁行之橫飛，足以困難計劃者之問題甚多，惟假以時日，終將解決也。

有示高器隨時可示駕駛者以去地之真高度，則霧中飛行之危險可減。有自動降地機械與空氣制動器，則航空道之安全將更增加。更大馬力與更多式樣之引擎與改良之汽輪，乃至用無線電由地站傳力之電摩托，皆將見諸實用。靜默之空氣螺旋無聲之引擎與震動之減少，皆足增加乘客之安適。自動發動器可以減發動之工作，速度必將大增，尋常旅客往來之機皆將為每小時數百哩之飛行。降地之燈光必將改良，飛機之穩妥亦必增進，故夜間飛行將與白日飛行同一簡便。防落傘或其他之安全器可以保乘客時時之安全。以上所言，皆將於相當時間中實現。吾人在今日必當安步前進從事於發明之事業，勿忘飛行之科學方在幼稚，且當知未來之進步，必將使今日之成績為後人所小視。此又毫無所疑者也。

參考書

Holt Thomas, *Aerial Transport.*

Pratt, *Commercial Airships.*

Wallis, *The Design of Aero Engines.*

Wimperis, *Air Navigation.*

